April 1986

The National Shipbuilding Research Program
Flexible Production Scheduling System

柔軟な生産日程システム

前掲

日本では、造船固有の異なった種類の作業日程を統合する際に、「タクト」という言葉を使用している。この「タクト」とは、元々ドイツ語の taktstock という指揮棒を意味した言葉である。「タクト」という概念では、造船所の運用マネージャーの代表が、まるで多くの演奏家達を同一のテンポで維持している指揮者のように描かれている。異なった種類の建造作業に割り当てられた日程は、統計学的管理下でプロセスの変化の範囲を考慮し統合されており、与えられた建造日程よりも先に進んでしまうことは、規定されたテンポを守らないオーケストラメンバーのように有害な存在となるのである。
指揮者が楽曲を進めていく上でテンポを変更するように、運用マネージャーの代表も、作業手法の改良などが行われた時にテンポの変更を指示する（日程を更新する）。指揮者もマネージャーも、優先されることは統合状態を維持する事である。
しかし全員の頭上で小さな指揮棒を振るオーケストラの指揮者とは異なり、タクト概念では日程厳守の管理は分権化されている。毎日の日程はもちろん作業者当人に、週別の日程は管理職に、月別の日程は更に上の管理者に、というように、日程は階層別に分離された構造になっている。これは、日程の期間の長さが、状況の深刻度に比例したレベルの管理者の行動に応答している。
管理行動としては、日程が進んでいる職場から日程が遅れている職場へ作業者の移動や、残業を行使、下請け、といったものが挙げられる。中でも、最初に挙げた例が最も効率的であり、またトレードの柔軟性（？trade flexibility、最小作業単位を柔軟に取扱う事？）にある程度依存している。

ここで記述されている手法は、IHI で造船所の労働力の管理のために開発されたものである。改造を加える事で、生産中心生産システムを運用している他の造船所でも適用可能なものである。

１.　はじめに

　フェーズ単位で立てられる日程は、設計情報の詳細化に伴って変化してしまう日程よりも、極めて効率的である。

　生産プロセスにおいて高い効率を発揮し、継続して日程システムを改善してゆく為に必要なものとして、以下のものが挙げられる：

①設計の詳細階層と一致する、物量（全体で必要となる資材物量）に関する正確な情報

②大きなグループや課（section）において、初めに全体での物量を見積もっておき、設計の進捗と共に、この全体物量を小さなグループや課に振り分け、より正確な見積りへと変化させて行くシステム

③過去の効率を基にして、統計学的に求められた係数。一般的にグループ、課毎で必要となる工数と関係づけられており、これによって作業量を正確に予想することができる（物量×係数＝作業量）

④図面、資材表、調達仕様書を、タイミング良く作成すること

⑤資材調達と日程遵守の為の、効率的な資材管理システム

⑥作業負荷の平準化と、作業速度の標準化の為の処理手順

　伝統的な系統的作業分割（system work breakdown、ここにおける system は「系統」的な意味で、船殻、配管、ダクト、電気、といった系統的分類）は、上に挙げた最初の 3 つの項目を適用するには実用的ではなく、系統的アプローチでは作業量の見積りが困難である。異なった系統にそれぞれ従事している生産現場の監督者（supervisor）は、大部分において、彼ら同士で協調し合わなければならない。どの監督者も、同じ区域で同じ時間に行われる他の監督者の担当する仕事について、殆ど何も知らない状態なのである。その結果、作業は競合と再作業が多発し、問題が発生した後になって、ようやく共通する知識を得るという有様になるのである。作業に合わない工数が消化されることも多い。資材と工数が、十分に連動しないのである。

製品からのアプローチ（？a product approarch）は、グループテクノロジー理論の獲得を可能にした。区画／課題（？problem area、特定の技術や技能を必要とする場面）／作業ステージによって分類された作業パッケージは、契約や設計開始の段階で既に構想されているのである。このような作業パッケージの実行の中にある課題（problem）の本質は、個別の中間製品（部品や小組、組立）を生産ライン上で製造している例を見れば、より一層わかりやすいだろう。実行された作業は、中間製品間の相違点を無視して課題（problem）で分類され、統計学的に分析されている。この分析に従って、管理者、監督者、そして作業者は、目の前の課題（problem）に対処してゆく。また、この分析により、関係する資材に必要な工数を正確に割り当て為に必要なパラメータを計算する事で、将来行われる作業でも状況が維持されている。

異なった最終製品に必要な作業量の見積りを解決する方法は他にも存在するが、この論文では IHI によって採用されている手法について述べてゆく。ここで紹介する「柔軟な生産日程システム（Flexible Production Scheduling System、FPSS）は、これまでに紹介された他の IHI の製造アプローチ手法と同等のものである。

１．１　理論と原理

他の工業製品と比べると、造船所の操業方法は変わっている。契約設計（Contract design、GA や線図辺り？）が生産プロセスの基点（vital point、直訳なら「重要点」だが、ここでは「基点」と翻訳する）であり、契約成立から最終製品の引き渡しまでの期間が、全体的に最も低コストとなるような最適な長さとなるように設定されている。特に自動車や家庭製品と比較すると、こうした製品は販売営業が開始される前に設計と資材定義とが完了しているが、船においては、詳細設計の殆どは、契約から相当な期間を経なければ明らかにならないのである。

契約設計が開始された際には、生産エンジニア達が建造計画（build strategy）の作成を受け持つ。その後、設計が進み詳細が明らかになって来ると、建造計画もより詳細化され、ついには区画／課題範囲／作業ステージ別の作業指示書が出来上がる。こうして分類された作業の殆どは、組織化された作業フローにそのまま利用可能になっている。こうして、設計の類似性でなく課題の種類（problem category、作業や必要な設備の種類）によって分類された中間製品毎に準備された生産ライン（プロセスレーンもしくはワークフローとも呼ばれている）に沿って、作業が流れてゆく。この時、プロセスレーンは図 1.1 にあるように、別個の作業ステージへと分割されている。こうした作業フローの施設は、理想的には副次的なラインが主ラインをサポートし、中間製品が完成した場所からそれを必要とする場所まで最小限の移動で済むように配置すべきである。

設計作業の進捗と同じような形で資材を組織化する事に重点を置いたことで、日程がわかりやすくなっている。このアプローチは、物量から科学的に導き出した作業量を用いずに日程を作成する伝統主義者達とは、極めて対照的である。伝統主義者にできる事と言えば、初めから存在している情報を用いて、やたらと詳細な生産日程を作成するくらいのものである。そうして出来上がった日程は、不十分で不正確な情報を基にしている為、生産性が低下する大きな原因となっており、またプロセスフローの標準化を行うにも不向きである。それらによる工数の損失は避けられないだろう。

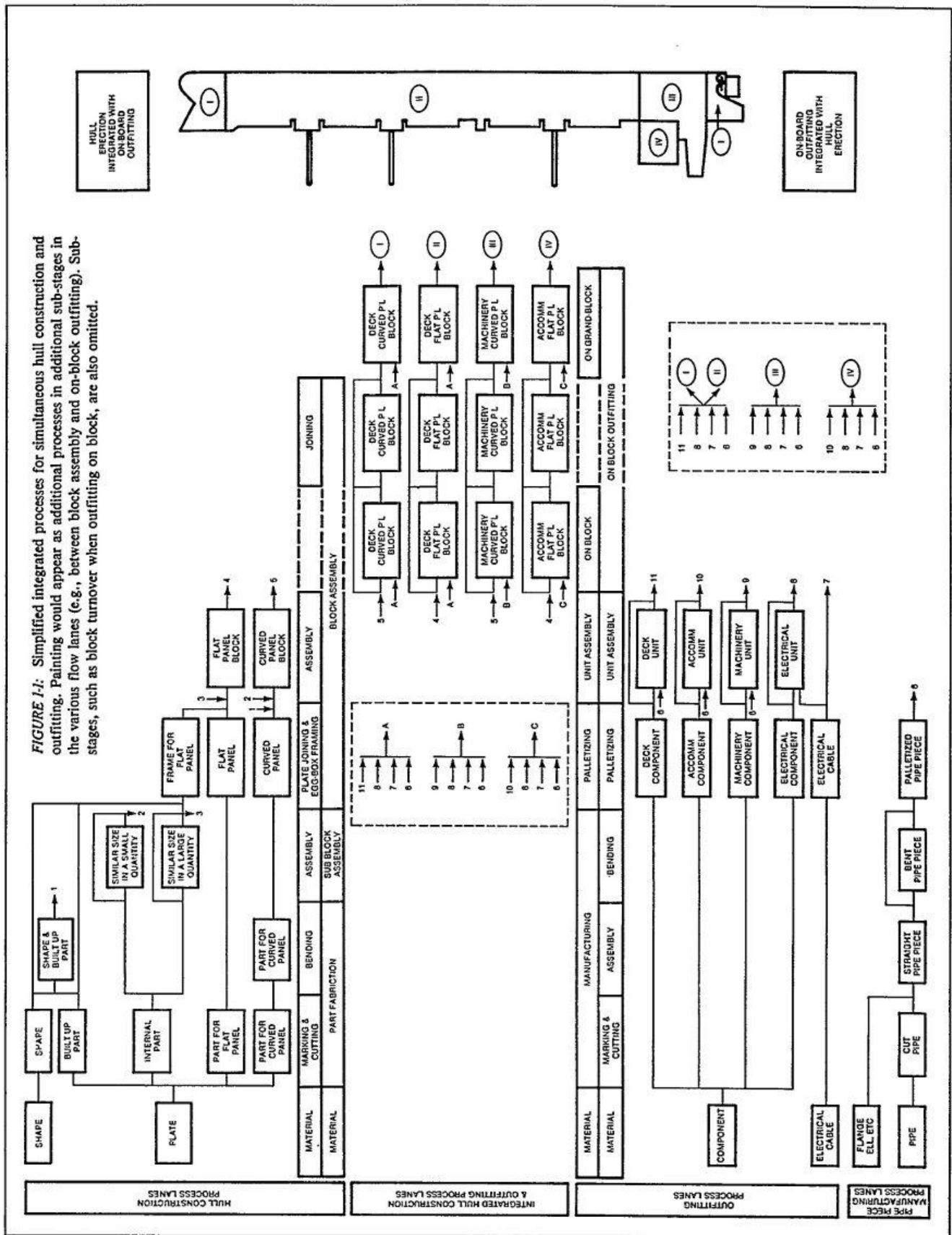



図 1.1（大型図）　船殻と艤装を並行に扱った、単純な統合プロセス

効率的な日程はまた、統計学的管理（予見可能で、繰り返しも可能な出力を持つ）と統合による作業プロセスを基にしている。この時、日程の精度とは、日程の通りに作業が実行されているという事であり、これは早すぎても遅すぎても駄目である。航空機のダイヤのような造船所の日程には、厳密な服従が必要となるのである。もしも航空機の出発が早すぎれば乗客は置いてけぼりになってしまうし、飛行時間がダイヤよりも長ければ、乗客は遅れてしまう。船の建造においては、いかなる場所においても、早すぎたり遅すぎたりすることになれば、全体的な損失が発生してコストが上昇してしまうことになる。統計学的に管理されている、通常の作業プロセス下の変動幅内に収まっていなければ、日程は非効率なものとなってしまう。言い換えるならば、日程の正確性とは、必要となる工数と作業期間とが予め判明している事であると言える。統計学的管理が基本となる。効率的な日程は、確実性を基にして作成されるのである。

確実性を獲得するには、正確性のレベル、柔軟性範囲（許容範囲）、そして日程の統合といった事を考慮する必要がある。図 1.2 は、生産期間を短縮する事の無い範囲での日々の工数消費を削減する、隠れた正確性のレベルを示したものである。図 1.3 では、同一の種類として分類された作業パッケージごとの、月毎での合計工数を一定に抑える平均的歩留りに収まった、工数の変動分の正規分布（normal distribution）を示している。図 1.4 は、造船所の大日程において、生産活動と、設計・資材調達活動の間で日程システムを統合する必要性があることを示したものである。全てのそうした活動の日程は、調整されるべきである。ある作業を担当する下部集団は、同様な下部集団同士ならびに他の作業を担当する下部集団と、調整を行うべきである。

FPSS は統計学的アプローチをとり、生産に関する計画や日程、エンジニアリング、設計、資材調達、生産といった作業を統合し、より高い品質の日程を作成することが可能である。そして、この FPSS の導入を成功させるには、図 1.5 ならびに以下に示すような支援が必要である。:

・フレーム日程手法（FSM、Frame Scheduling Method）の採用
・統合船殻・艤装・塗装日程及び進捗管理（IHOP）による協調
・生産に関する計画、日程、エンジニアにおける分散運用
・時間通りに情報とリソース（作業指示、労働力、資材、施設等）を利用可能とする保証

以上の支援要素については第 2 章で詳述する。これらの要素の効率は、原材料や完成した製品だけでなく、中間製品や生産プロセスレーン、資材管理手法といったものに対する、モジュール化と標準化の達成の度合いに直接関係している。

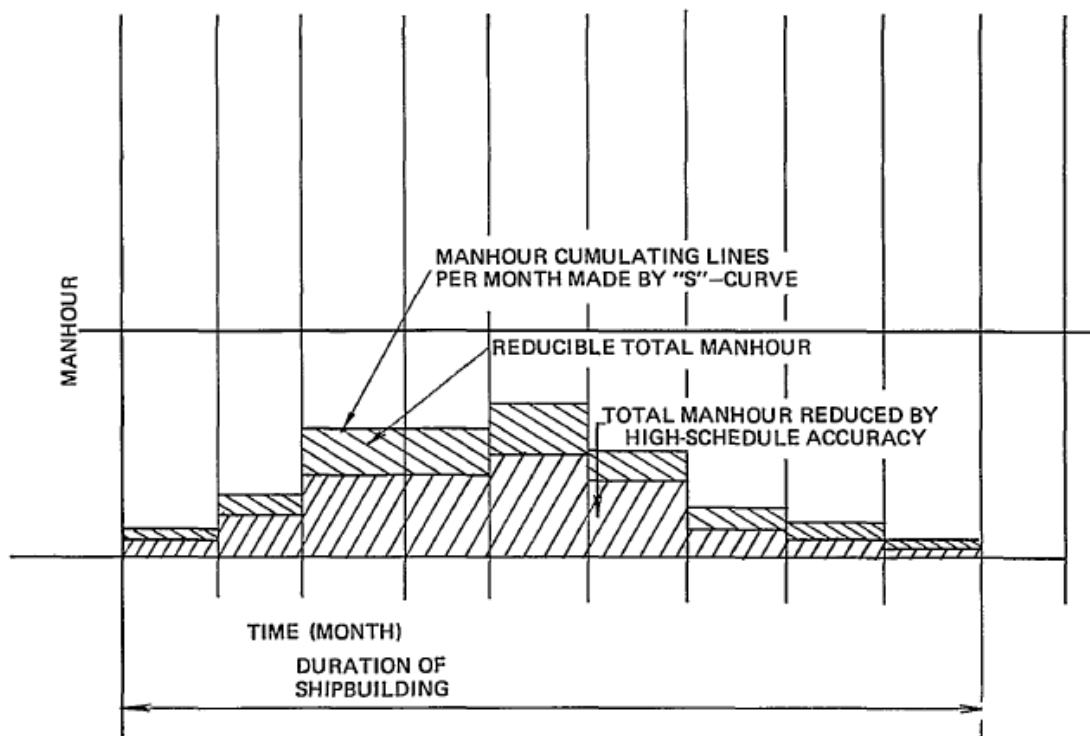



図 1.2　日程の正確性のレベル

生産性は、必要な工数の削減と全体の期間短縮によって増大する。日程の正確性は必要工数の削減に依存する。まず、設計遅延による手空き時間の防止や、単位時間当たり工数を低減する資材等により、日程の正確性を改善する手法を探るべきである。

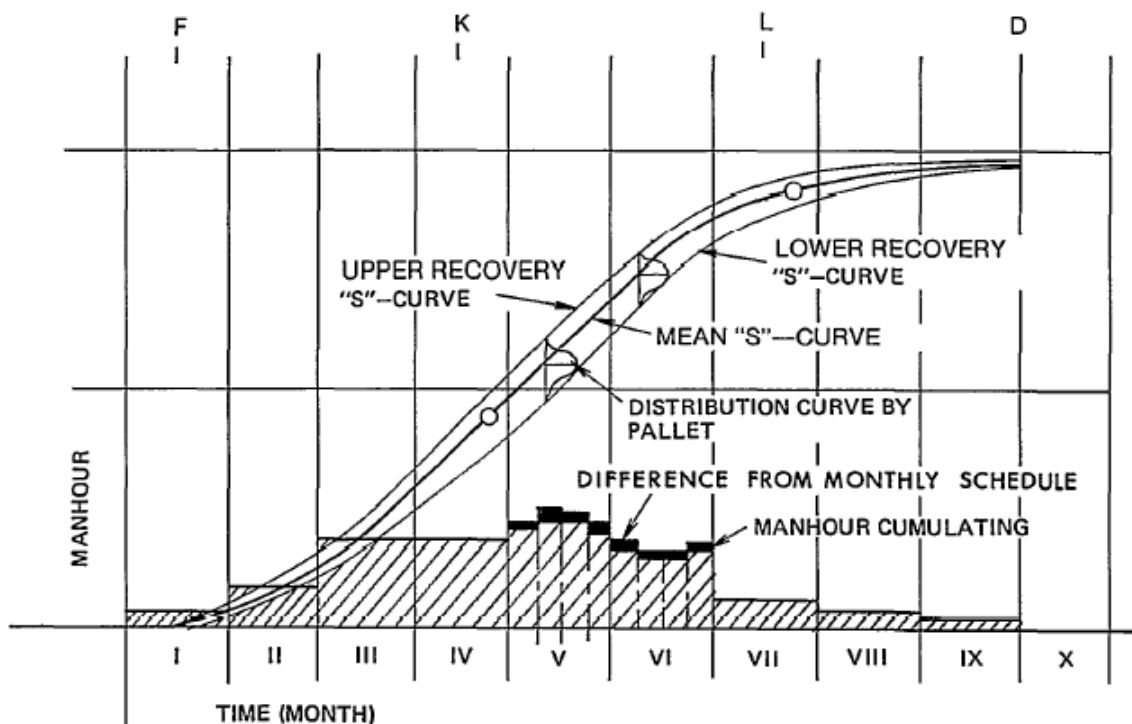



図 1.3　工数累積曲線と S 曲線の最頻値

Ⅳまでは月で工数消費量を予想している。Ⅴでは工数超過が幾つかの週で予想され、週別に分けこみ、他の週で消費量を抑えて全体で相殺するようにしている。これにより、全体の月別工数は同じ値を維持する。こうした配分は釣鐘型曲線で表現され、日程回復の基本手段となる。工数累積曲線のフレーム当りの変化量は小さくなり、合計値が維持される

企画本部
建造大日程
設計
設計大日程
船別設計日程
船殻
建造設計
作業日程
艤装
建造設計
作業日程
造船所
造船所大日程
調達
主要資材調達日程
資材調達日程
生産
船殻部門大日程
艤装塗装部門大日程
電気大日程
艤装主要日程
IHOP 日程
船殻
作業日程
艤装
作業日程

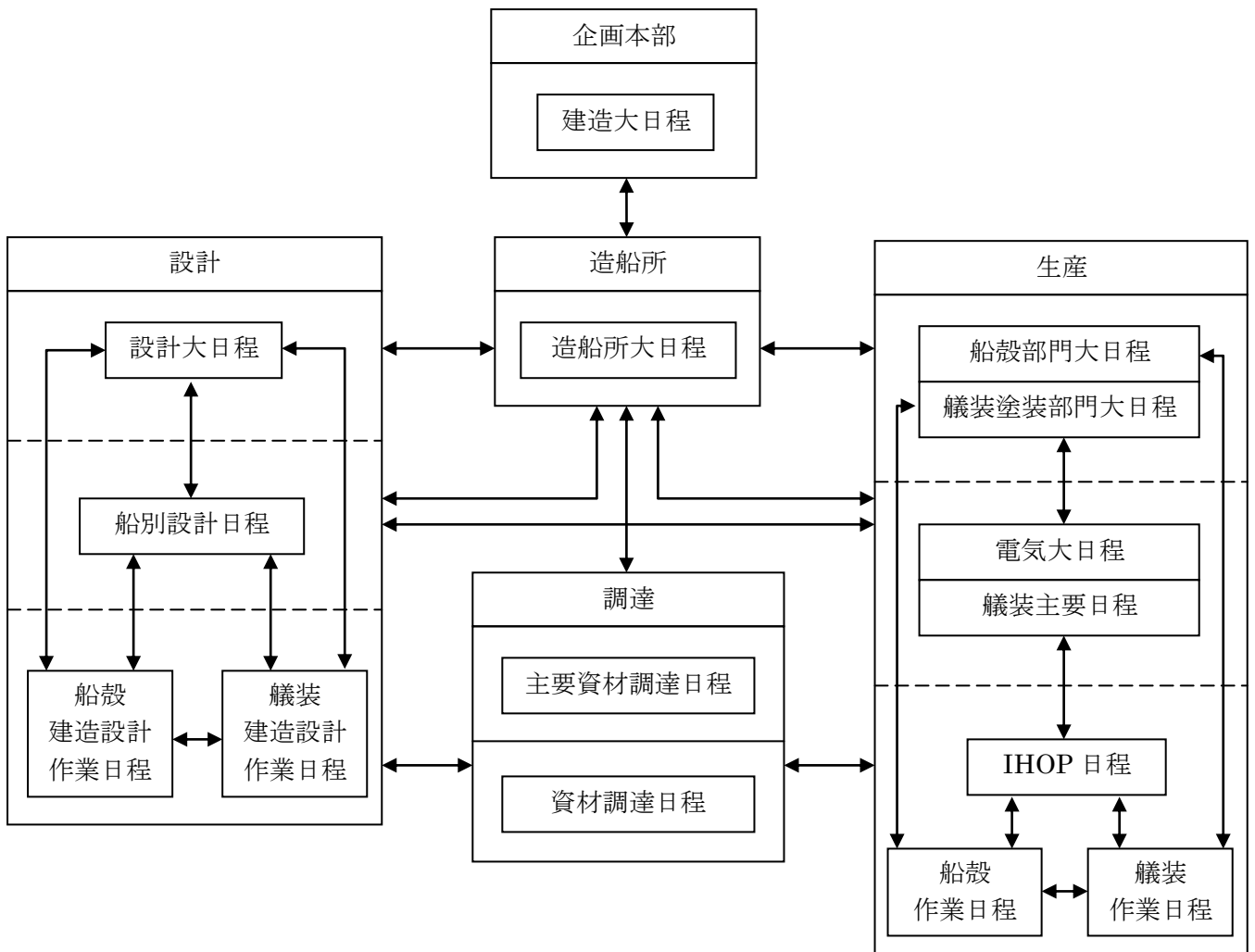



図 1.4　造船における日程システムの流れ

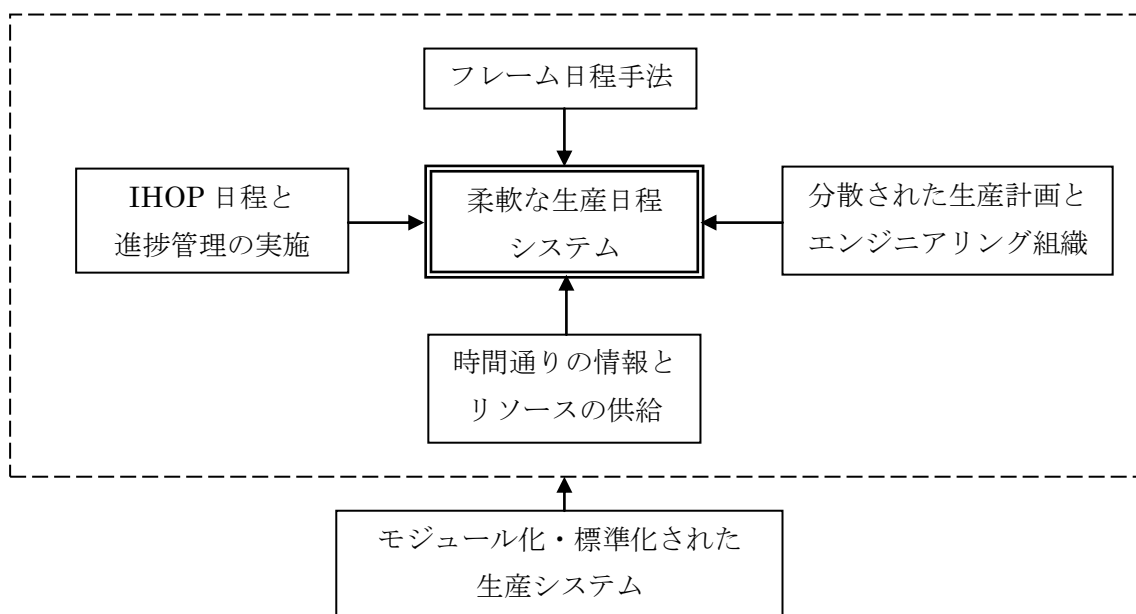



図 1.5　柔軟な生産日程システムと、それを支援する機構の関係図

１．２　作業と人、そして FPSS で構成される組織の中の一貫性

どのような種類の日程システムや、作業、人の組織であっても、効率を最大にすることを基本としなければならない。また、作業そのものも階層構造にし、階層毎に時間と期間とを定義するようにしなければならない。この日程の分割構造は、階層構造として組織化・管理されている集団への労働力配分の為に、前もって必要な事なのである。

例えば、リベットに代わって溶接が導入された時、製品作業分解（product work breakdown）は自然と行われ、船殻ブロックという考え方が作り出された。次第に幾つかの造船所で、ブロックと、予め作成される小組と部品とを、（中間）製品として認識するようになった。そうした造船所では系統中心（船殻と艤装、艤装の中でも機関と船体、配管、電気、ダクト、等の系統を中心とした所掌や作業の分離、system orientation）が捨て去られることになったが、これは彼らが、更なる生産性を獲得する為には、生産ラインに特化された人々を階層構造で組織化しなければならないことを、実感したからである。

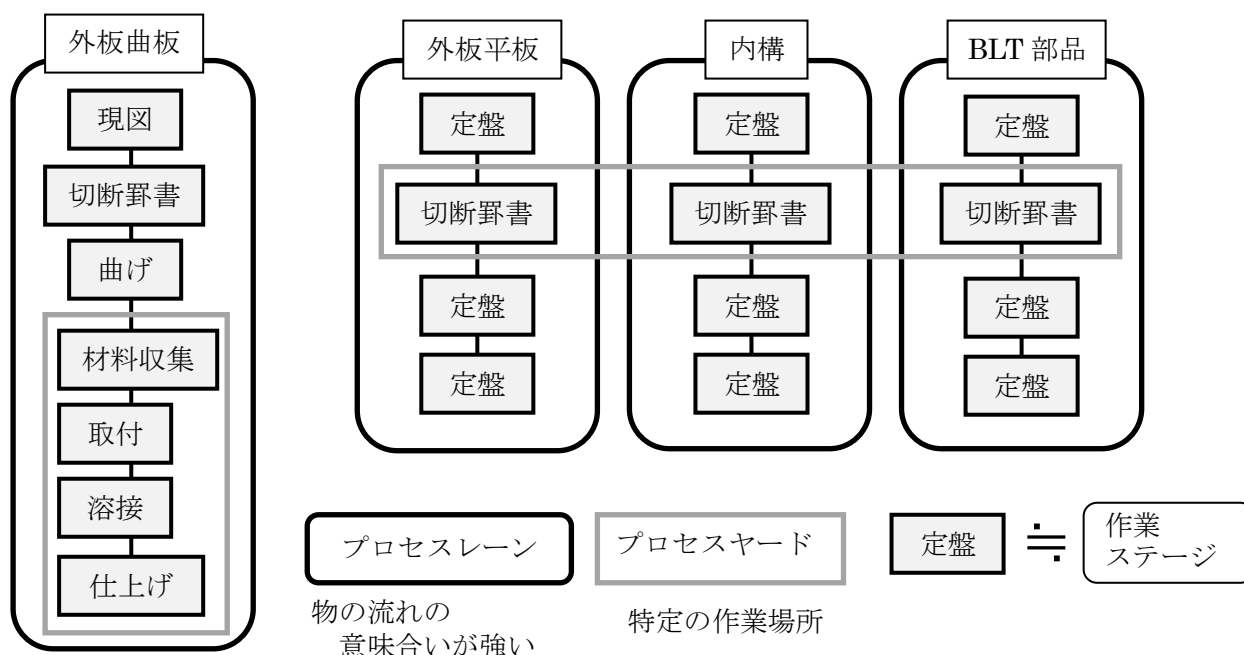
１．２．１　PWSS と FPSS

FPSS の運用には、製品作業分解構造（Product Work Breakdown Structure、PWSS）が不可欠である。PWSS は、作業階層を分解し、最終製品を組み立てる為に必要となる無数の中間製品を計画するために用いられている。例えば区画艤装手法（Zone Outfitting Method、ZOFM）では、それぞれの中間製品は作業パッケージの一つとしてみなされており、資材は系統を無視して、明確な取付資材リスト（Material List of Fitting、MLF）毎に「パレット」として整理されている。このように、作業パッケージとパレット、そして MLF とは、明確な区画／課題範囲（area）／作業ステージに関係する艤装作業の表現としては、同義なものとなっている。

中間製品への分離は、グループテクノロジー（Group Technology、GT、種類が異なる生産物を、設備や加工方法などで最小公約数的にグループ化し、効率を上げる手法らしい）のコンセプトの下で行われている。同じ階層で、課題範囲（area）／作業ステージでグループ化され、同じ特徴のパレットは、図 1.3 で示したように、統計学的許容範囲内において、同じ工数が必要となるのである。言い換えるならば、同一なものとして分類された作業は、

平均工数よりも多く工数が必要となり日程が遅れたとしても、正規分布により、別の部分で平均工数よりも少ない工数の作業が発生し、それによって全体として補正されるのである。この統計学的アプローチは、作業パッケージの分類に専門的知識が要求されるが、工数の現実的な配分を行い、そして最下層の監督者が生産ラインの調整に参加することで、日程厳守の実現を可能としているのである。

１．２．２　作業の組織化（Organisation of Work）

作業ステージが繋がることで、プロセスレーンとなる。レーンの一部分、例えば一つのプロセスレーンの中の、もしくは幾つかのプロセスレーンに跨る、複数の定盤（work station）をグループ化して、プロセスヤード（process yard）とすることができる。例えば、曲板を製作するには、材料を集め、取付、溶接し、仕上げを行うといった定盤が、1 つのプロセスレーン内で、1 つのプロセスヤードを構成している。一方でビルトアップ部材、内構、そして平板部品の為の、罫書と切断を行う定盤をグループ化したものが、プロセスレーンを縦断したプロセスヤードの例となる。理論的には、各ヤードは職場長（職人、foreman）が、そして各定盤（station）は助手（assistant foreman）が管理している。職場長の経験、造船所の規模、そして作業負荷を基にして、一人の職場長が 2 つ以上のヤードを兼務する場合もある。もちろん、非常に経験のある職場長は、経験の低い職場長よりも多くのプロセスヤードを監督する事が可能である。（訳注：用語の翻訳が困難。日本国内でも造船所に呼び名が異なるものも多く、そうしたものは、英語をそのままカタカナにしてある。下図は、文章を基にして訳者が起こしてみたもの）

１．２．３　作業者の組織

プロセスレーンが中間製品の本質と相対するように組織化されている一方で、同様な組織とプロセスヤードのコンセプトに従って、工数の予算配分が行われている。

図 1.6 の左側は、造船活動がピークだった 1974 年頃の、IHI における典型的な造船所の生産活動組織を示している。これを見ると、課題（problem）分野によって作業を分割した階層構造と、組織とが相対している。ここには単一の生産部門は存在しない。実際には、本質的に異なった種類の作業を取り扱っている事から、船殻、艤装、そして塗装の各部門（department）に分かれてはいる。それぞれの部門は、主に課題分野によって分別された、加工と組立部門に分かれている。例えば、船殻部門では、部品加工は独立した工場（shop）が、そして小組と組立、外業、搭載に対して独立した課が存在している。

艤装部門でも同様に、独立したパイプ加工課と、船の範囲別での組立作業を行う課とに特化された工場になっている。工場と課とはプロセスヤードに細分化されており、プロセスレーンと関係を持っている。殆どのプロセスヤードは、幾つかのトレード（班？trade）と関係している。

工場（shop）と課とは、効率を考えて、それぞれが特定の生産ラインを構成する幾つかの職場（factory）へと分割されている。作業者と職場長助手、職場長、工場管理者は、彼らが受け持つ生産ラインが必要とする程度において、万能技能者である。トレード（trade）毎の工数よりも、製品毎の工数を重視している。その為、図 1.6 の右半分は、主にプロセスフロー（課題範囲（problem area））によって集められた工数コストを示している。

階層構造をした生産組織は、それぞれの階層が 1 つ上の階層の管理下にありつつも、その階層が階層独自の、より詳細な日程を作成する権限を持つという形の、標準化された日程作成のフレームワークを容易にしている。また各階層は、工数予算の作成と管理、作業量の配分と平準化、工数消化と生産進捗の監視、生産性の評価といった役割も受け持っている。

また、資材量と作業量の予想の為の設計情報の互換的グループ化も必要である。こうした情報のグループ化は、図 1.7 のように、設計者側の製品組織の形式が生産者側の製品組織と一致することにより促進される。そのようになっていなければ、プロセスレーン作業指示と FPSS に必要な情報の作成は困難となる。

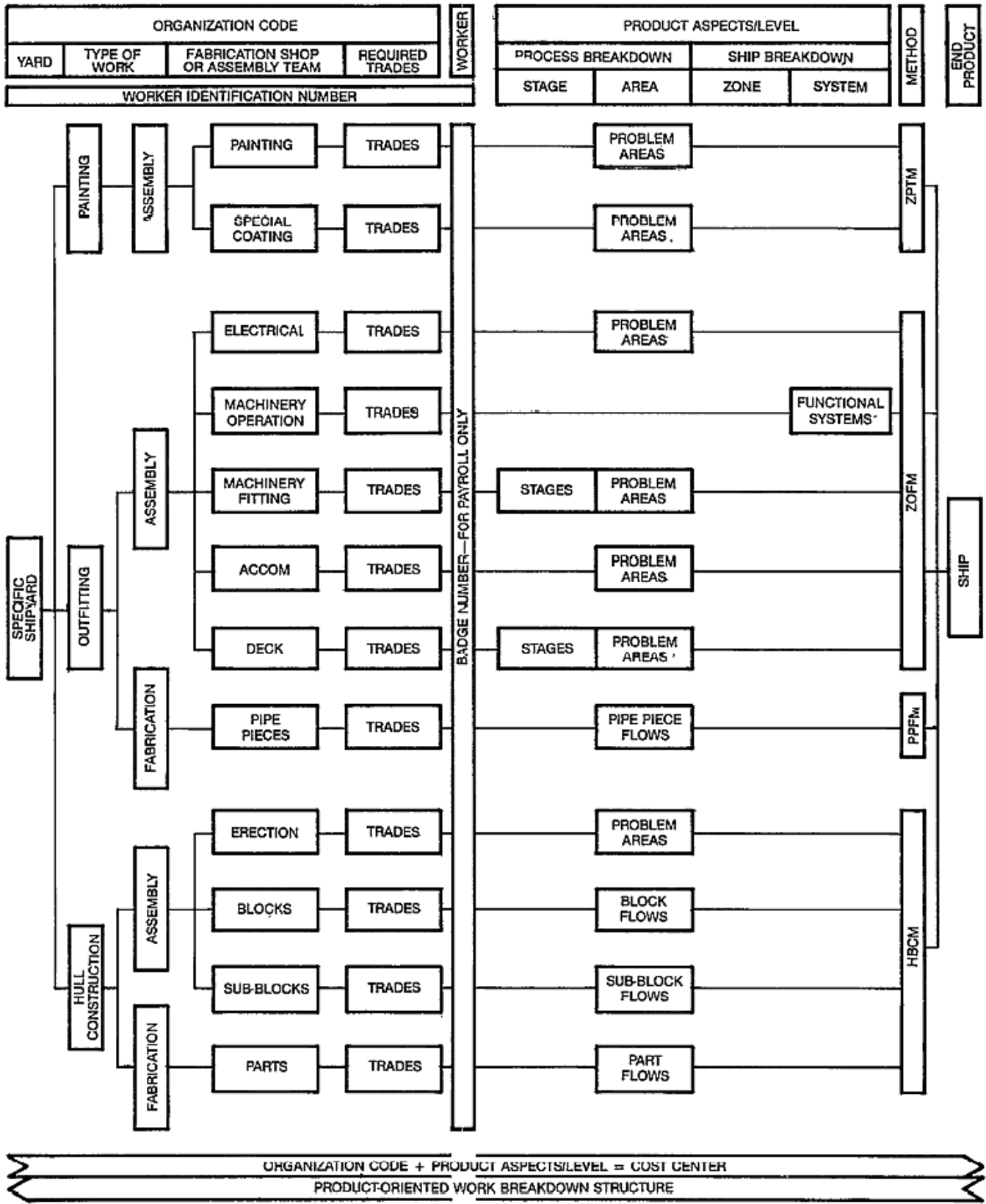
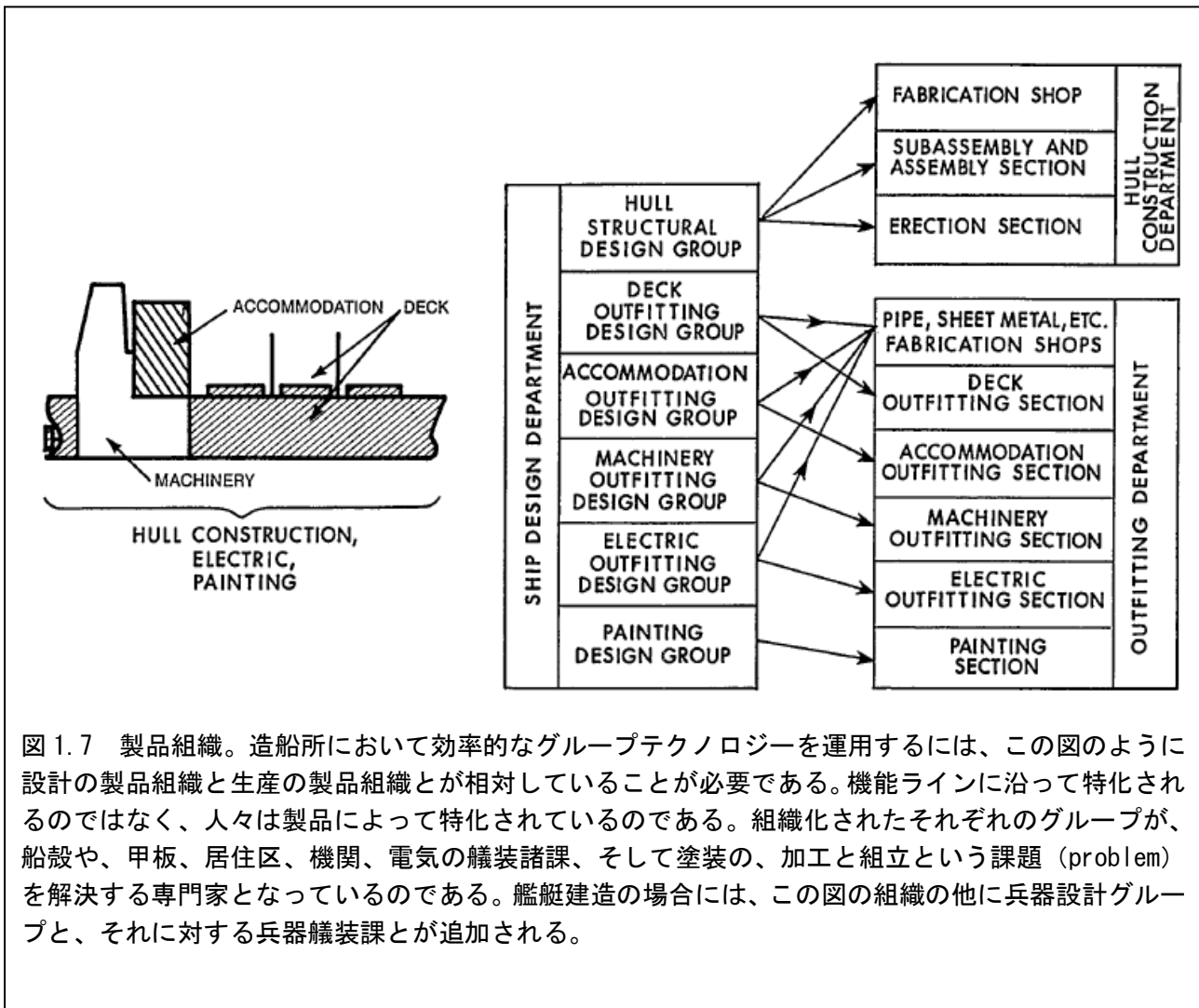



図 1.6　それぞれの線は、典型的なコストセンター（cost center）を表している。生産の専門性による造船所の組織は、左から右へと見て取ることが出来る。生産作業分割構造としては、右から左である。これらが綺麗に相対している為、課題範囲等の作業フローそれぞれにおける生成物をモニターするだけで、製品毎のコストを計算する事が可能である。図のように、幾つかのコストは系統（system）や作業ステージ（stage）毎に集計する必要がある（主機の設置や操作、試験、特殊溶接などのコスト）。

図 1.7　製品組織。造船所において効率的なグループテクノロジーを運用するには、この図のように設計の製品組織と生産の製品組織とが相対していることが必要である。機能ラインに沿って特化されるのではなく、人々は製品によって特化されているのである。組織化されたそれぞれのグループが、船殻や、甲板、居住区、機関、電気の艤装諸課、そして塗装の、加工と組立という課題（problem）を解決する専門家となっているのである。艦艇建造の場合には、この図の組織の他に兵器設計グループと、それに対する兵器艤装課とが追加される。

また FPSS を行うには、様々な製造階層に存在している中間製品に、関係する全ての人達の間で、予め十分な調整を行っておくことが重要となる。例えば、船殻設計グループと船殻部門の間では、部品加工や小組、組立、搭載といった各階層において、調整が必要である。

１．２．４　コストセンターシステムと製品組織（production organization）

作業者コストの分類（Manpower Cost Classification）の為のコストセンターシステム（Cost Center System、訳注：製造業では、ある部分の製造コストを計算する際の組織範囲、というような意味合いらしい）は、プロセスレーンで構成された製品と、相対すべきである。図 1.6 では、工場（shop）／課の階層以下の詳細は示されていないが、ほぼ全てのコストが、課題範囲毎のプロセスフローから計算されている。

繰り返すが、図 1.6 は、日本の造船所がピークを迎えていた 1974 年の時点での IHI での造船所の組織を示したものである。これまでの 20 年の間に、造船不況によって労働者数は最盛時の 45%にまで減少し、塗装部門は艤装部門に所属する課に降格している。小組と組立も 1 人の課長（section manager）が担当するようになり、それに続き、別々だった船殻と艤装も、一つの生産部門へと合併されている。

予算とコストの監視の目的においては、（これまでの 20 年の間に）新しく技術が導入された以外、プロセスレーン組織はそのまま残っている。（不況により造船所はその規模を）相当に縮小したにも関わらず、プロセスレーンによる造船所の組織は、生産作業分割構造と相対したままである。もしも、造船ブームが再来することがあれば、プロセスフローによる既存の組織を基にして、生産組織の拡大を行うことが可能である。

図 1.6 で示される組織は、様々な設計の中間製品が大量に存在し続ける限り、つまりはグループテクノロジーが正当であると認められている限り、適用され続けるだろう。しかし作業負荷が低くなると、管理者や監督者は少数しか維持でなくなってしまう。そうなった場合に、IHOP における生産計画、日程、エンジニアリングという異なる作業を、管理者・監督者が兼務しなければならなくなる。例えば、生産部門の管理者は、同時に船殻、艤装、塗装の仕事を担当する事になる。

加工工場と組立課の管理者はより少なく、こちらでも兼業が行われる。職場長（foreman）はより多くのプロセスヤードを担当し、助手（assistant foreman）も 2 つ以上の作業ステージを受け持つことになる。管理者や監督者の数が減っているものの、作業組織の最下層は生産作業分割と一致したままであり、これにより FPSS は高い効率を維持し続けている。

コストセンターシステムは、系統中心（system oriented）ではなく、生産区画中心（product zone oriented）であることから、図 1.8 にあるように、生産進捗や生産性の指標を簡単に得ることが出来る。それぞれのコストセンターコードから、同等のクラスの作業パッケージ（製品）に必要となる作業量を、単位時間当たりと、それぞれの生産管理レベル（助手、

職場長、加工工場管理者、部門管理者、工場長等）での合計とで出す事が可能である。

<table>
<tr><td colspan="4"></td><td>工数消費指標</td><td>生産進捗指標</td><td>生産性指標</td></tr>
<tr><td rowspan="11">作業種類</td><td rowspan="4">船殻</td><td>加工</td><td>部品</td><td>工数／時</td><td>加工重量／時</td><td>工数／加工重量</td></tr>
<tr><td rowspan="3">組立</td><td>小組</td><td>同上</td><td>小組重量／時
換算溶接線長／時</td><td>工数／小組重量
換算溶接線長／工数</td></tr>
<tr><td>組立</td><td>同上</td><td>組立重量／時
換算溶接線長／時</td><td>工数／組立重量
換算溶接線長／工数</td></tr>
<tr><td>搭載</td><td>同上</td><td>搭載重量／時
換算溶接線長／時</td><td>工数／搭載重量
換算溶接線長／工数</td></tr>
<tr><td rowspan="5">艤装</td><td>加工</td><td>配管</td><td>同上</td><td>加工重量／時
加工部品数／時</td><td>工数／加工重量
工数／加工部品数</td></tr>
<tr><td rowspan="4">組立</td><td>甲板</td><td>同上</td><td>換算構成物重量／時
（component）</td><td>工数／換算構成物重量</td></tr>
<tr><td>機関</td><td>同上</td><td>換算構成物重量／時</td><td>工数／換算構成物重量</td></tr>
<tr><td>居住</td><td>同上</td><td>換算構成物重量／時</td><td>工数／換算構成物重量</td></tr>
<tr><td>電気</td><td>同上</td><td>敷設電線長／時
接続電線数／時
換算構成物重量／時</td><td>工数／敷設電線長
工数／接続電線数
工数／換算構成物重量</td></tr>
<tr><td>塗装</td><td>組立</td><td>—</td><td>同上</td><td>塗装面積／時</td><td>工数／塗装面積</td></tr>
</table>

図 1.8　工数消費、進捗、生産性の監視指標

２．　　FPSS　支援要素

２．１　フレーム日程手法（Frame Scheduling Method）

フレーム日程手法（Frame Scheduling Method、FSM）は柔軟な生産日程システム（Flexible Prduction Scheduling System、FPSS）を適用する際の要となる。

「フレーム」は、ここでは境界線のように囲い込んだもの、という意味で使用されている。初期段階における設計は、多少とも比較的大きなフレームで実行される。事実上、概算資材量と概算作業量とは、パラメータを用いる事で同一のフレームになっている。

初めは、比較的に不明瞭な事象が多い事からフレームは大きい。設計がフェーズ毎に進められるように、フレームは、必要な作業量を正確に反映可能なレベルに詳細化されるまで、多くの注記が加えられ、細分化してゆく。少数の大きなフレームは比較的曖昧な情報しか持っていないが、より多くの中間フレームはより多くの記述を持ち、多数の最終的なフレームは正確な詳細を含み、全体として階層構造的に分割されている。

タイムフレームという言葉の使い方は一般的なものであるが、これまでにも指摘したように、資材フレーム（material frame）と作業フレーム（work frame）という用いられ方もされている。

図 2.1 は、フレーム日程手法に関係する連続した流れを示している。フレーム日程手法は、フェーズ毎に進められるが、最大で 2~3 年毎のプロジェクト単位の雑な物（造船所大日程）から、最小で特定の 1 日という密な物（日別作業日程）まで様々である。新しい機械の導入といった改善行動によって日程変更が行われると、日程同士の関係の一致だけでなく、階層構造の上下関係も適した形へと変更される。日程は常に、階層構造上の関係を維持している。

統計学的な精度管理が実行されている所では、作業手法での小さな改善が、ほぼ毎日のように行われている。一つ一つの改善だけでは上の階層の日程に与える影響も小さいが、それらが累積されることで、大日程にすら影響を及ぼすまでになる。

（IHI では、統計学的な精度管理（A/C）により、作業進捗を明確に認識し、また殆どの問題が管理者のシステムに共有されている為、作業者は、利益が高くなる、ある提案値（１人当り、月当りの作業量、作業能率？）の平均値に従うようになっている。この奇抜な提案能率により、1 日を基礎とした、仮想的な少しづつの手法改善が行われる。これが蓄積さ

れると影響は多大なものとなり、その結果、上層の日程が度々変更され、営業担当者にはその変化に応じて通知されるようになっている　　　訳注：西島亮二の生産管理手法をベースにしている…能率が高くても低くても駄目である）

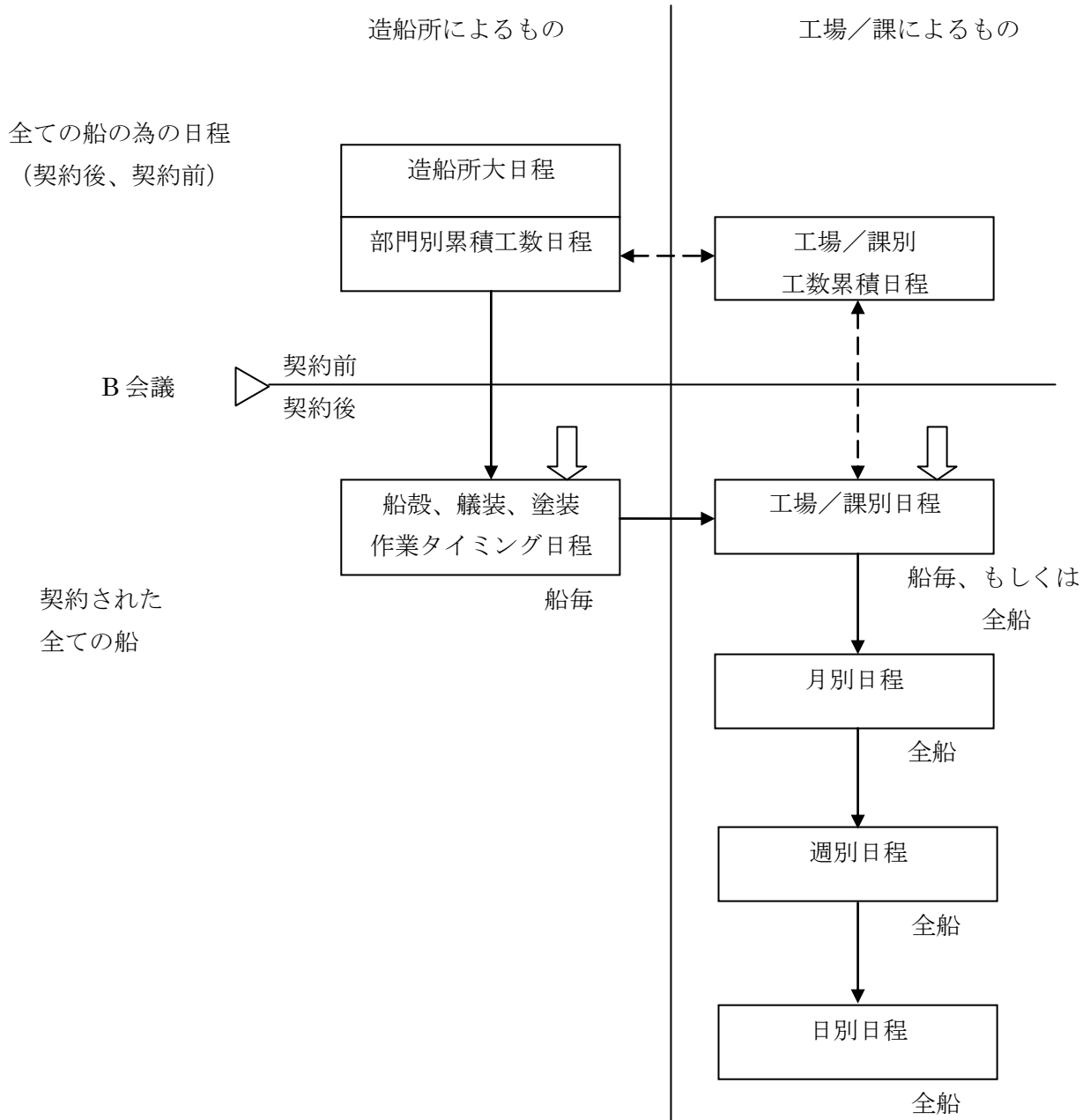



図 2.1　日程作成の流れ

白矢印は、IHOP 日程と設計日程との統合が必要となる部分

図 2.2 は、設計と資材定義、そして工数配分の、異なったフレームレベルを示している。

活動 レベル	設計 ※1	資材定義		工数配分	
		リスト	区画と 系統による分類	日程	フレームとフレームグループによる分類
大	基本	MLB	・艤装諸課 ・4 ケタ　※2	大日程	・F,K,L,D ・H,O,P
中	機能	MLS	・艤装諸課／ 調達区画 ・4 ケタ	工場もしくは課	・フレーム区画 ・プロセスヤード／工場もしくは課
小	生産	パレット 定義	ー	ー	ー
	作業 指示	MLF MLP MLC	・艤装／パレット ・9 ケタ／部品番号	月別	・パレット ・職場長グループ
				週別	・部品／パレット ・助手グループ

F : 加工開始、K : 搭載開始、L : 進水、D : 引渡
H : 船殻、O : 艤装、P : 塗装

MLB (Material List for Budget Control List)
　　　　: 予算管理表を作成する際に用いる基本設計段階での資材表
MLS（Material List by System）:　　　　系統別資材表
MLP (Material List for Pipe) :　　　　配管別資材表
MLC (Material List for Compornents) :　　構成物別資材表
MLF（Material List For Fitting）:　　　　取付資材表

※1　設計レベル　　Basic - Functional - Transition - Work instruction
※2　この段階では、全ての必要資材は系統別にグループ化されており、9 ケタの内の頭の 4 ケタのみで表現されている。つまりこの段階では、資材のクラスと見積り量を示しているだけに過ぎない。

図 2.2　艤装作業に関係する、フレームレベルの一覧

図 2.3 では、フレーム日程手法における階層構造が明示されている。

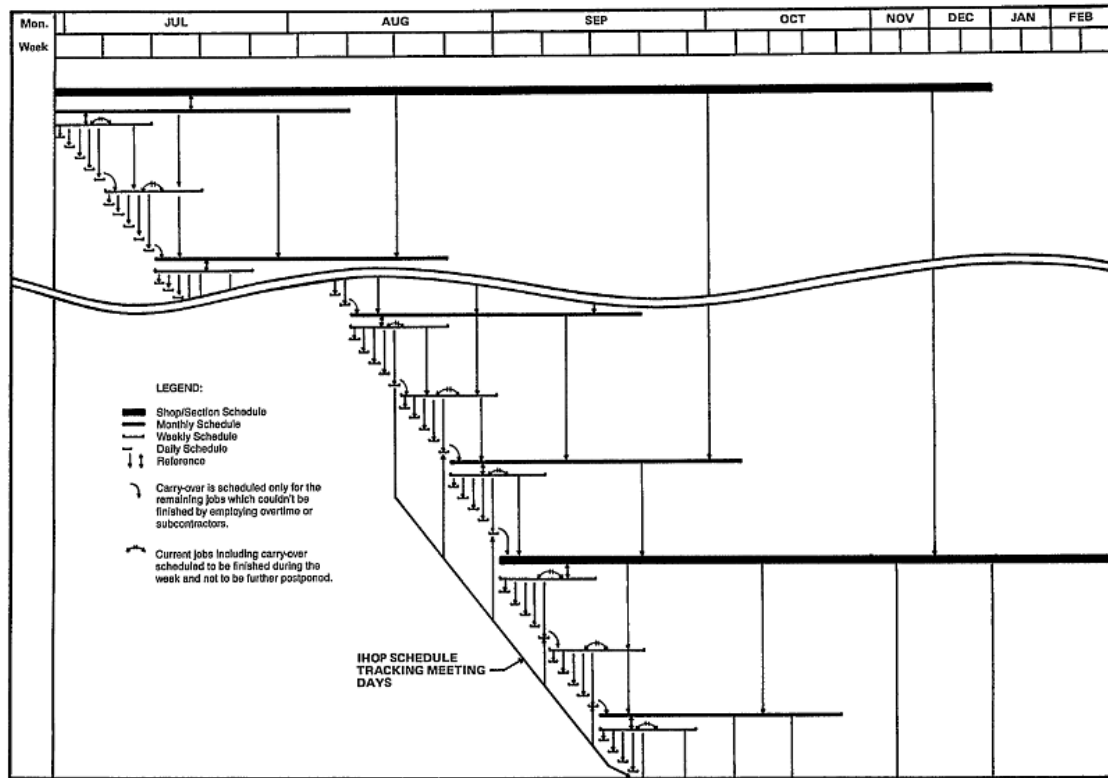



図 2.3（大型図）　フレーム日程手法の理論

・それぞれの工場／課での日程は船毎に、工場／課の管理者が作成する。これらは比較的長期間であり、通常は船殻で 6 ヶ月、艤装で 12 ヶ月となっている。そして船殻は 2 ヶ月おきに、艤装は MLS（系統別資材リスト、material lists by system）と MLF（取付資材リスト、Material List For Fitting）が完成する度に、それぞれ更新が行われている。艤装では、最初の工場／課日程は、既知の資材量を基にして作成され、装置図（？transition drawing、艤装で取付に用いられる図面）からパレットが定義された後や、系統と区画とが関係付けられた後に、更新が行われる。この日程を基にして資材調達や図面出図の日程が作成されるが、これらもパレット定義による資材量によって更新が行われる。それぞれの工場／課の日程では、以下のことが示されている：

- ・工場／課の主要節点（key milestone）
- ・概算単位（？summary unit）毎の作業期間
- ・技能（craft）毎の作業者数によって表される作業量
- ・10 日毎の、技能毎の作業者数

・月別日程は、単体のプロセスヤード毎に、船殻なら 1.5 ヶ月、艤装なら 2 ヶ月の期間で、実行される全ての船での作業に用いられている。ユニット艤装（on-unit outfitting）ヤードやブロック艤装（on-block outfitting）ヤード、搭載後艤装（on-board outfitting）ヤード等では、ヤード日程と呼ばれることもある。月別日程の作成担当者は職場長である。

それぞれの月別日程での作業量は、各パレット毎の MLF に出てくる換算機器重量から計算される。月別日程は、船殻は 2 週間毎に、艤装は 1 ヵ月毎に更新される。月別日程では以下の事が示されている：

・それぞれのプロセスヤードの詳細な節点
・パレット毎の作業期間
・パレット毎の作業量
・5 労働日（つまり 1 週間）毎の作業毎の作業者数

図 2.2 にあるように、日程作成プロセスは大きなフレーム（大日程レベル）から開始され、それに続いて助手が週別日程を作成する。日別日程は作業者が作成するものであるが、通常は公式には作成されていない。

全ての日程は各日程間で調整され、各工場／課の生産エンジニアと、時には職場長によって行われる週別会議での進捗状況の評価の基礎として用いられる。工場／課の管理者に直属している生産エンジニアは、工数の再配分、残業の認定、余剰作業の下請けへの割り振り、そして日程の更新を行い、必要ならば図 2.3 にあるように積み残しを表記する。

図 2.4 はフレーム日程手法（FSM）の論理モデルを示したものである。この図では、以下の事をどのように行うかについて説明されている：

・作業フレームの推測
・大きな概算単位（？summary unit）でのグループ作業フレーム
・作業フレームの流れと、作業フレームの日程

現図から最終塗装に至るまでの作業は、それぞれが時間フレームに対する大きな作業フレームとして表示されている。より詳細な作業指示が作成されても、仮想の日程を表している細分化されたフレームは、フレーム間の整合性を維持する。

２．２　船殻、艤装、塗装を統合した日程と進捗管理運用
(Integrated Hull Construction, Outfitting and Painting (IHOP) Scheduling and Tracking Operation)

IHOP は造船所の全ての組織間において、高い協調が求められている。船殻設計と船殻生産設計のエンジニアは、艤装と塗装が必要としている物を理解しておかなければならない。統合された計画作業は、議論とトレードオフ、そして究極的には相互の十分な同意とで達成される。これにより造船システム全体での生産性が向上するのである。

区画艤装手法（Zone Outfitting Method、ZOFM）と区画塗装手法（Zone Painting Method、ZPTM）を、船殻ブロック建造手法（Hull Block Construction Method、HBCM）の生産プロセスへと統合するには、それらの日程と進捗管理運用を図 2.5 にあるように協調させなければならない。

図 2.4 と 2.5 とを同時に見ると、船殻ブロック搭載作業の日程が真っ先に作られていることがわかる（図 2.4 では、ピラミッド手法が用いられ、機関室の前方隔壁の隣のブロックから搭載が始まっている)。その後、艤装や塗装を含む残りの作業について、既に決定されているブロック搭載日程の前後へ、大きなフレームに指定された範囲内に収まるように調整を行いつつ、日程を決定して行くのである。

進捗管理運用（Tracking Operation）は、第 2.1 章で記述されているように、週別会議で実施される。

２．３　分散的生産計画・日程作成・エンジニアリング
（Decentralizeing Production Planning, Scheduling, and Engineering）

２．３．１　分散（非集中、分権、Decentralization）

分散された生産計画、日程作成、そしてエンジニアリングの実行は、柔軟な生産日程システム（FPS）と IHOP での日程作成と進捗管理において、非常に実践的である。それと同時に、分散化の推進により、ツリー構造ネットワークにおける、いわゆるトップダウン／ボトムアップと横方向の情報交換が推進されるのである。それぞれの階層を担当する生産エンジニアと、他の計画、日程、エンジニアスタッフは、以下のような事を実行可能である：

・実際的で統合された日程の作成
・生産での現実への対処
　　例えば、利用可能な工数と設備、日程と進捗とのズレ、等
・プロセスフローを調整し、上の階層の日程と協調、一致を保証する

生産計画とエンジニアリングの機能、特に日程作成を含んだものは、分散されている。そうした役割を担った人は、図 2.6 のように配員されている。図 2.6 内の生産管理課は造船所長に直属しているが、造船所大日程の維持管理（トップダウン）と、経営陣が造船所大日程の維持管理に利用可能なリソースに関する下層での情報の提供（ボトムアップ）とを行っている。

トップダウン／ボトムアップと同様に、部門や工場、課に所属する計画・日程・エンジニアリングスタッフや、職場長、助手により、それぞれの継承された階層での、横方向の情報交換が行われている。最上層では戦略的な情報の交換が、最下層では戦術的な情報が交換が、自然に行われる。

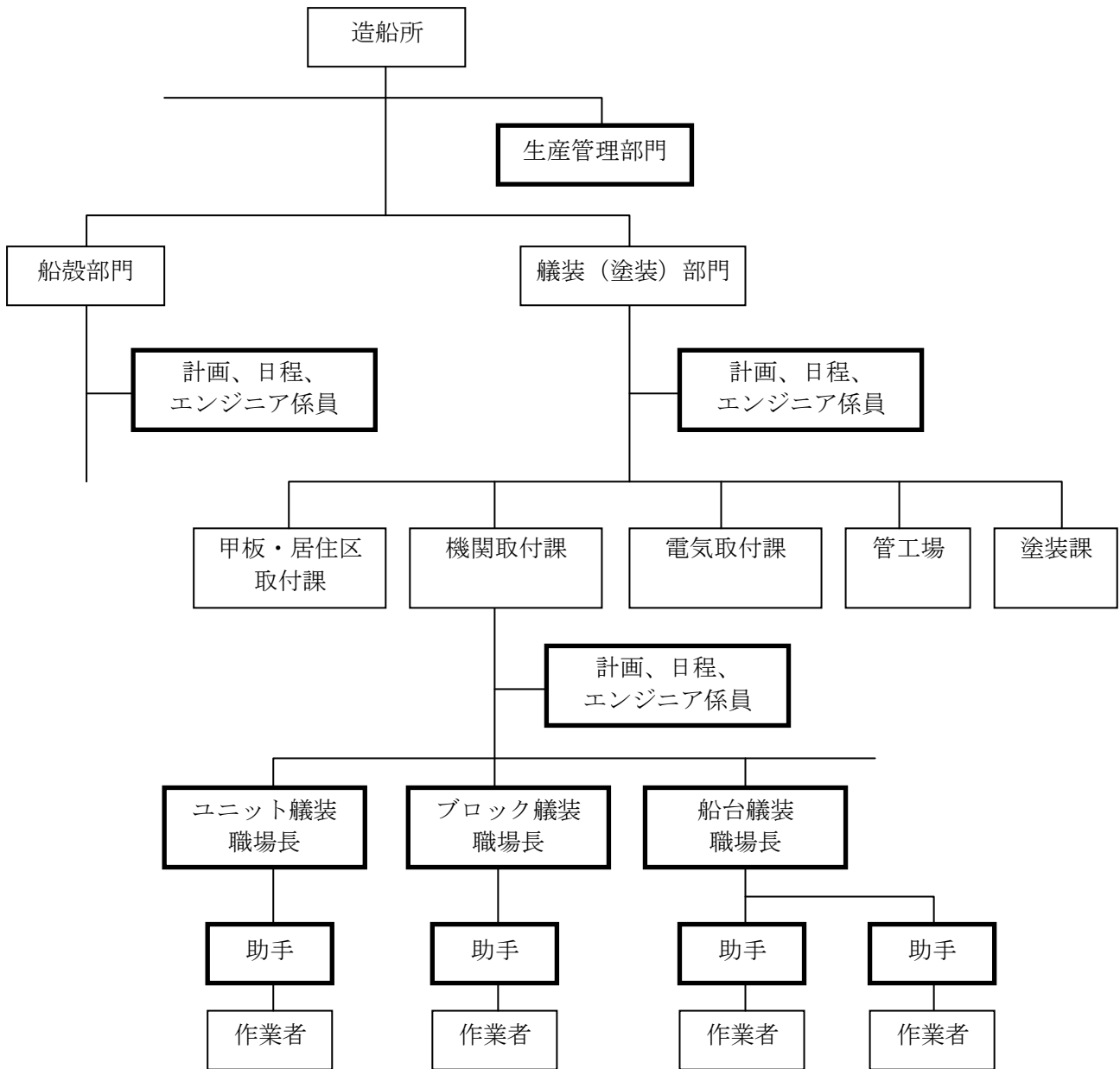



図 2.6　分散された生産計画、日程作成、エンジニアリング

太線枠が、生産計画、日程作成、エンジニアリングを委託された担当者である。大規模な施設の変更の際には、部門レベルでの研究が行われる。スタッフもしくは工場／課の現場エンジニアは、予算工数や資材、日程、生産エンジニア等の多くの役割を兼任している。

２．３．２　組織と日程階層の一致

図 2.7 で示されたように、典型的な組織は、分解され以下の階層それぞれの日程と一致している：

造船所、部門、工場、職場長（職場長 G)、助手（助手 G)、作業者

図 2.7 の右半分が示しているように、所掌の分散と同じ形で、各階層には日程作成の明確な権限が付与されている。また図の左側は、多くの官僚機構の組織図と同じような階層組織となっている。しかし、それぞれの階層で、生産計画とエンジニアリングの権限に加えて、日程作成の権限も付与されているのである。各階層は、一つ上の階層の日程により与えられたフレームワークの範囲内で、自分たちの日程を作成するのである。

２．３．３　ツリー構造ネットワーク組織

ツリー構造組織を通して降りてくる、フレーム化された命令の下、作業者は進捗状況や日程に対する遅れもしくは進みを助手へと報告する。助手はこの報告書を用いて週別日程の更新を行う。もしも次のステージの作業を遅延させる事態が発生すると、助手は職場長へ報告を行う。報告を受けた職場長は他の職場長と調整を行い、必要であれば担当の生産エンジニアへと報告を行う。担当の生産エンジニアは他の生産エンジニアと調整を行い、もしも工場／課での日程に影響を及ぼす事態であれば、工場／課の管理者へと報告を行い、工場／課の管理者は他の管理者と調整を行う。この調整作業は同一階層で行われるだけでなく、上下階層間でも行われる。図 2.8 に示されるようなツリー構造ネットワークは、目の大きさが異なった投げ網のように運用される。目が小さいものから大きな網に引っ掛かった大きさの異なる問題は、各階層に存在する問題の大きさに見合った権威者により、解決されるのである。

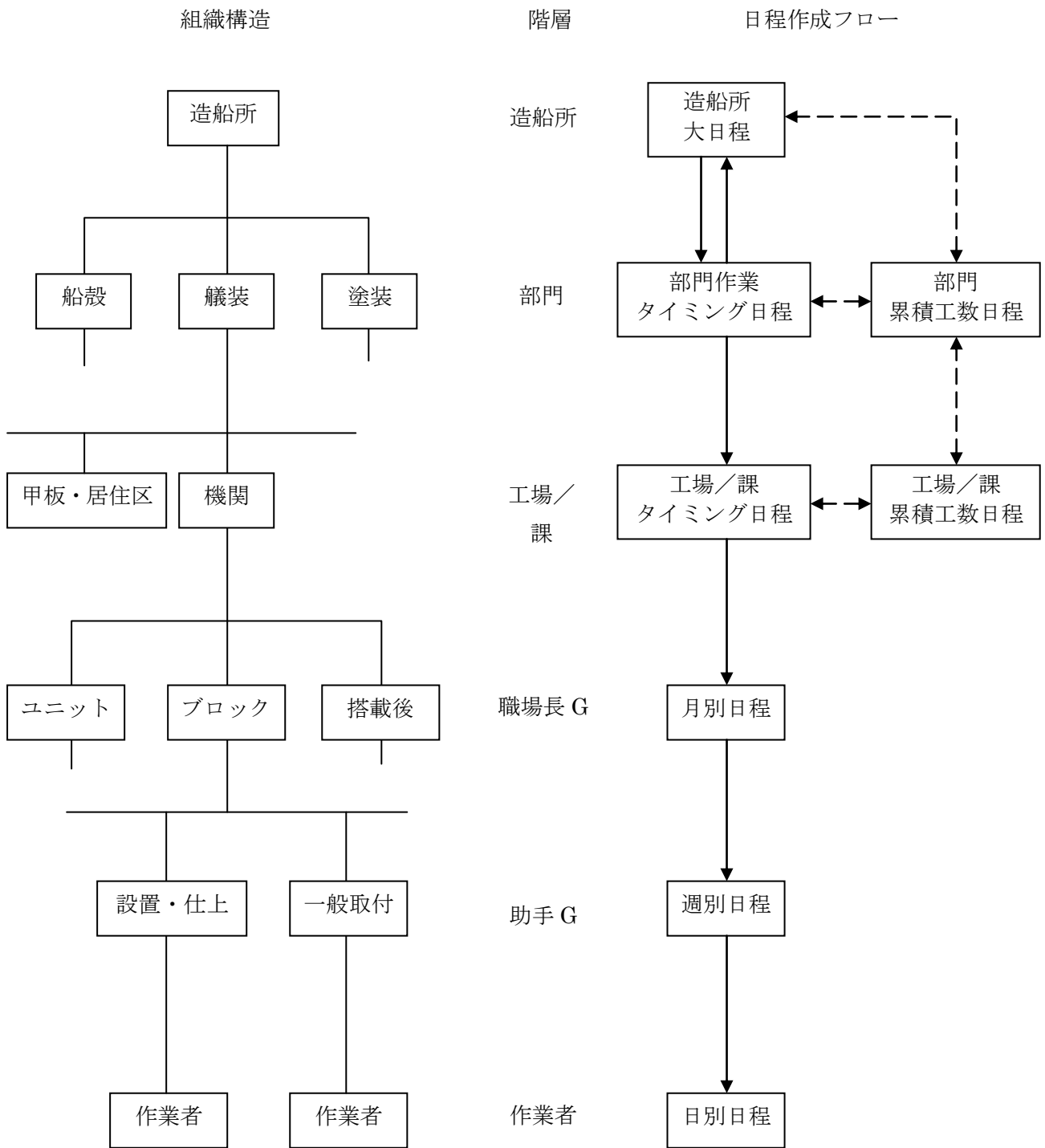



図 2.7　組織構造と日程作成フローの一致

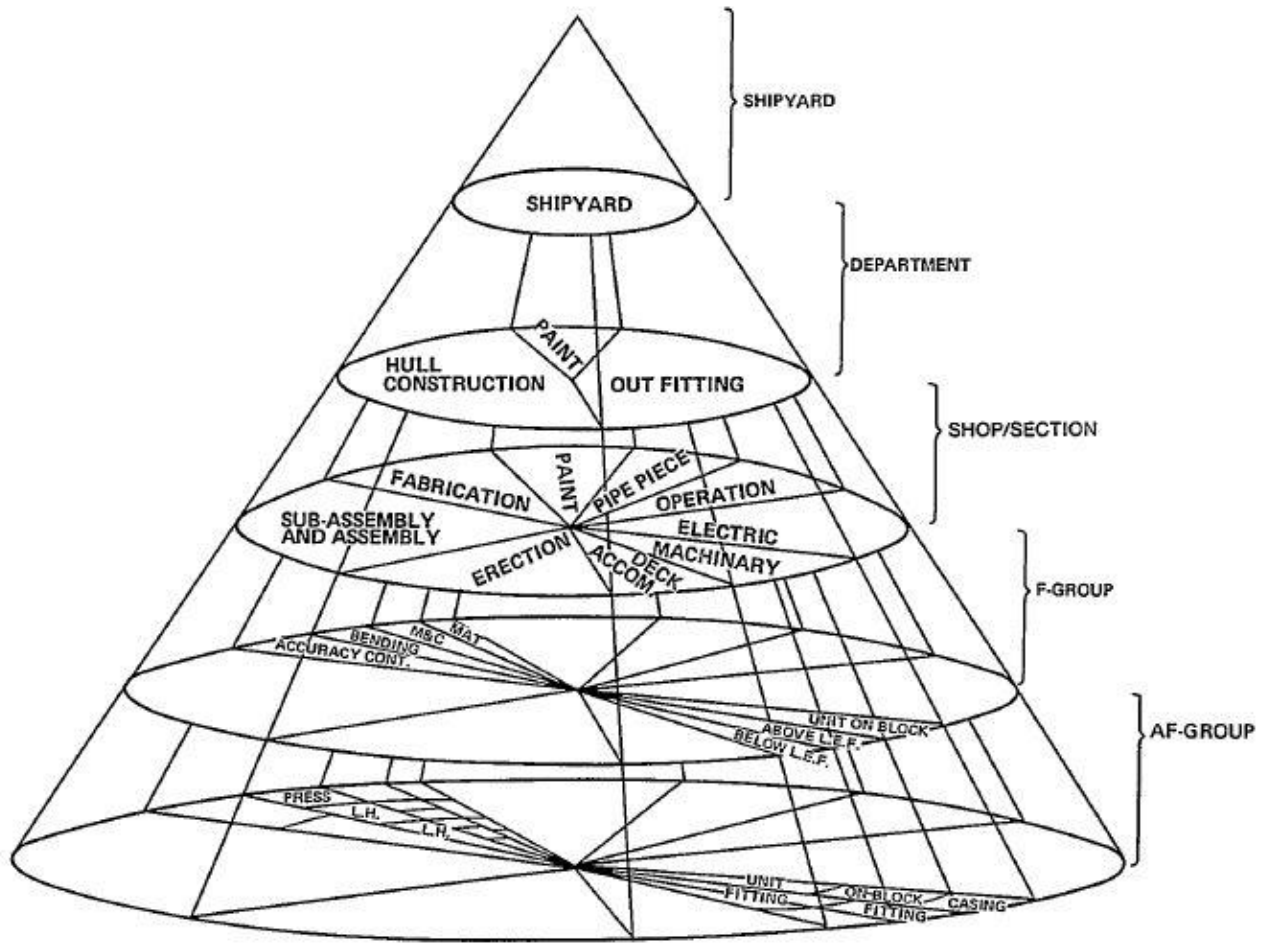



図 2.8　ツリー構造ネットワーク組織

各階層のそれぞれの項目は、上下左右と繋がっている

２．４　日程通りに利用可能な情報とリソース
（On-Schedule Availability of Infomation and Resources）

契約成立前の建造戦略の作成から始まり、最後の作業パッケージの開始に至るまでの範囲で FPSS の適用が成功するかどうかは、丁度良い時間に、以下のような適切な情報とリソース（resource、資材や材料だけではなく、設備や場所、人等の、対象を形作る為に必要な全てな物を指す）とを得られるかどうかに依存している：

・設計者によって作成される、図面やその他の資料
・利用可能な労働力
・治具や道具なども含めた施設

・中間製品も含めた資材

これらの内のどれか一つでも間に合わなければ、生産エンジニアによる効率的な分析や決定、適用、管理、フィードバックといった努力は、全て水の泡となってしまう。

情報やリソースが時間通りに手配できない場合には、ある階層での日程変更が必要となるが、場合によってはその階層での範疇を越してしまい、より高い階層での問題解決が必要となる可能性もある。そうした遅延が続き、もしくは累積することで、上位階層の日程の変更が必要となり、最悪の場合には引渡が延期されてしまいかねない。その為、下位階層の日程調整であっても、設計や資材の管理者による支援が必要となる場合もある。

生産のリードタイム（発注から入手までに必要となる期間）の他に、色々なリードタイムを加えた資材調達の例を、図 2.9 に示す。こうしたリードタイムには、情報と他のリソースとが必要となる。

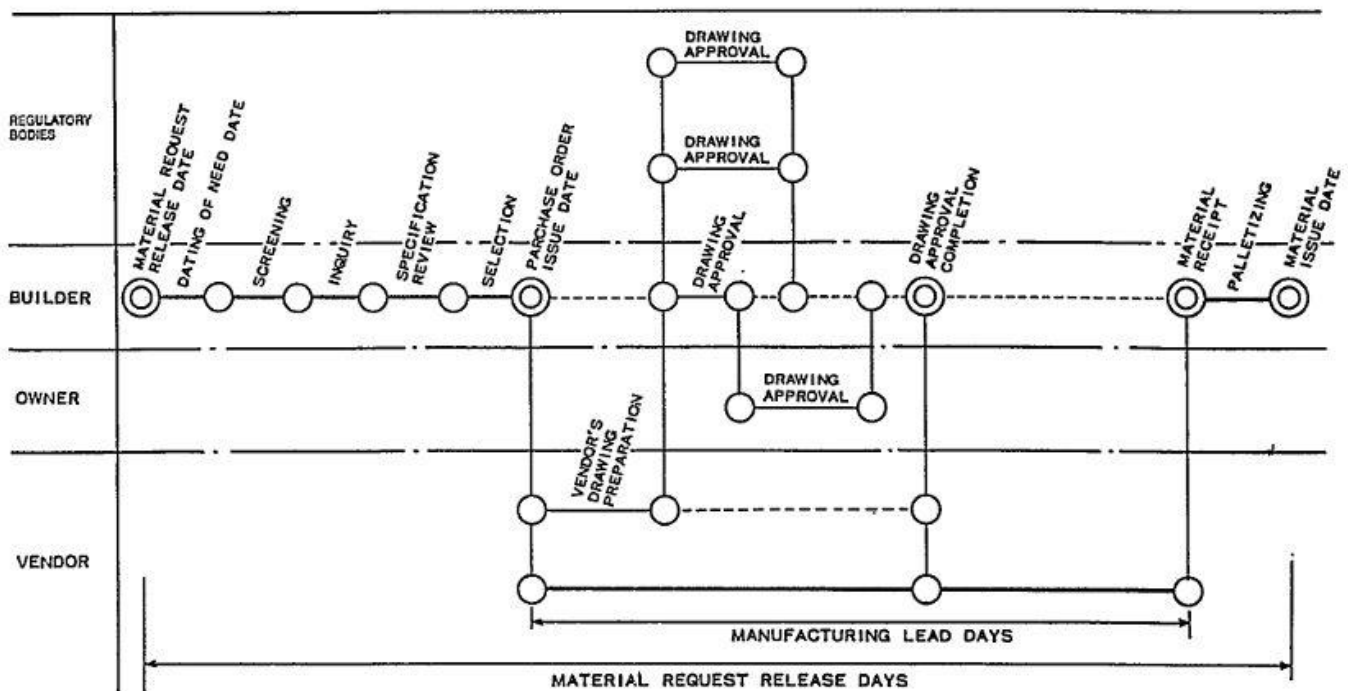



図 2.9　PERT 法によって表された、資材調達の際の典型的な日程

日程の信頼性を維持する為には、少数の信頼性の高い供給業者と取引をする必要がある。予め限られた数（1 つの機能要求に対して 3 種類程度）の、納品の信頼性の高い市販品カタログアイテムを造船所の標準としておくことは、進んだ造船所においては、競争入札だけによる資材選択よりも効率が高い事が証明されている。

日程を担当している様々な生産計画とエンジニアリングのスタッフが、その活動を設計、資材の管理者と協調するように標準化・システム化を行わなければならないことも明らかである。図 2.10 は、どのように作業が実行されるかを正しく予測する生産統合日程に必要となる、情報の流れを示している。

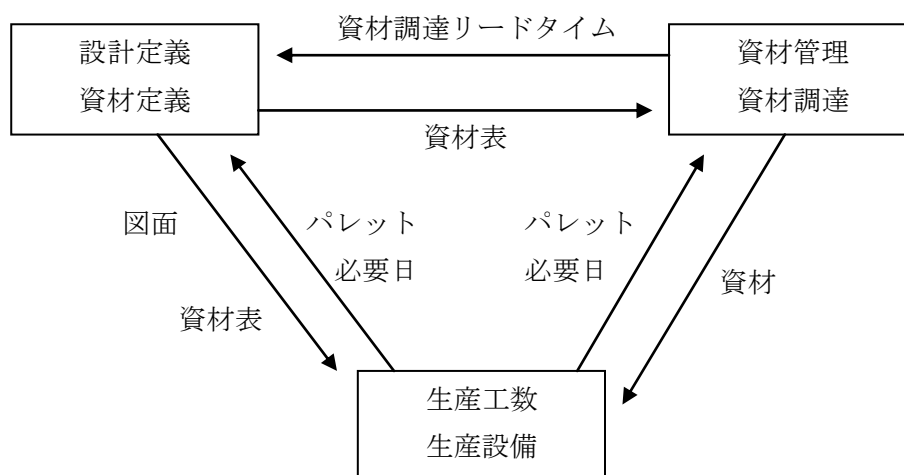



図 2.10　時間通りに情報とリソースを提供できる環境の為に、必要となる情報交換

３．　造船所大日程（Shipyard Master Schedule）

３．１　概要

造船所長は、生産日程と、設計・調達日程との統合を管理している。この調整機能は極めて重要である。更に、造船所長は部門や工場／課、職場長、助手といった、管理階層毎の権限の委任についても管理している。このような管理を最も効率良く行う方法は、図 3.1 に示すように、通常は造船所次長を生産管理部門のトップに据えて、造船所長に直接報告を行うようにする事である。実際には、船殻、艤装、塗装部門の長（もしくは工作部長）は、生産管理部長を通して造船所長へ報告を行っている。

管理を効率的に行う為に必要な、もう一つの物として、同じく図 3.1 に示されているように、調達や下請け、資材の管理担当を生産管理部門へと移管することが挙げられる。生産管理部長は、造船所長の直下としてトップレベルでの資材と工数の日程に応じた配分を速やかに行わなければならない。
（調達と資材管理、そして日程のそれぞれの役割間に関係を持たせることは、工場長／課長に切っ掛けを委任し、自由な下請け労働を促進することにもなる。日程を維持する為に下請けの補助が必要だと明らかな時に、工場長／課長は官僚的手続きに煩わせられることが無くなるのである。下請け作業者は工場／課に入り、ここに管理されるが、公式には調達部門を通して雇われる。これは、それぞれの工場／課が明確な一つの独立したコストセンターであるのと同様である（生産ラインそれぞれに独立した職場（factory）が特化されている）。これは、得てしてあやふやになりやすい系列コストではなく、製品コストに密接に結び付いた生産組織の、優れた利点でもある。）

以上のような組織体制により、造船所長は生産管理部の支援を受けつつ、以下の要素で構成されている造船所大日程を作成する：

- ・将来の配員計画を行う為の、長期的な日程と評価
- ・IHOP を基にした、特定の船の建造日程
- ・日程統合の為の、設計・資材リードタイム評価

この造船大日程は、これを最上層フレームとして最下層フレームへと日程の詳細化を行っていく他に、営業目標の作成にも用いられたり、営業計画において契約済み・交渉中の建造量に必要となる工数と設備とを経営陣に明示させる目的でも使用されている。

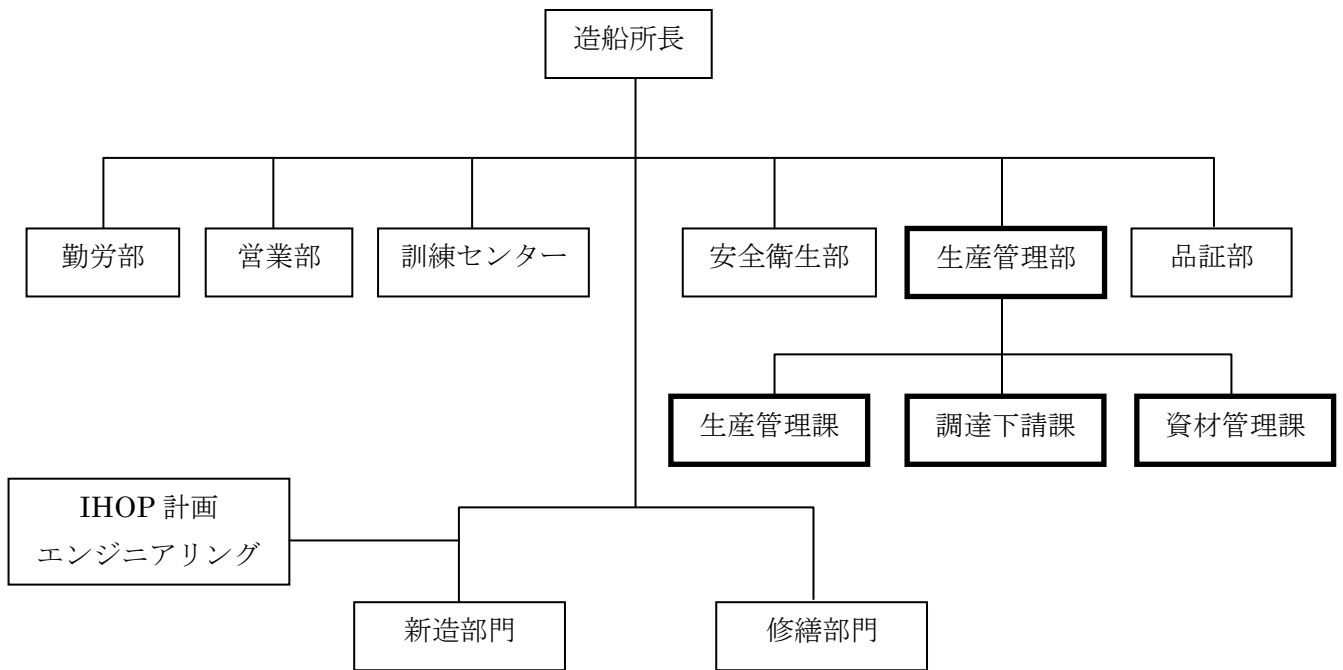



図 3.1　主要日程作成の委任

太線部が造船所長から主要日程の作成を委任されている課

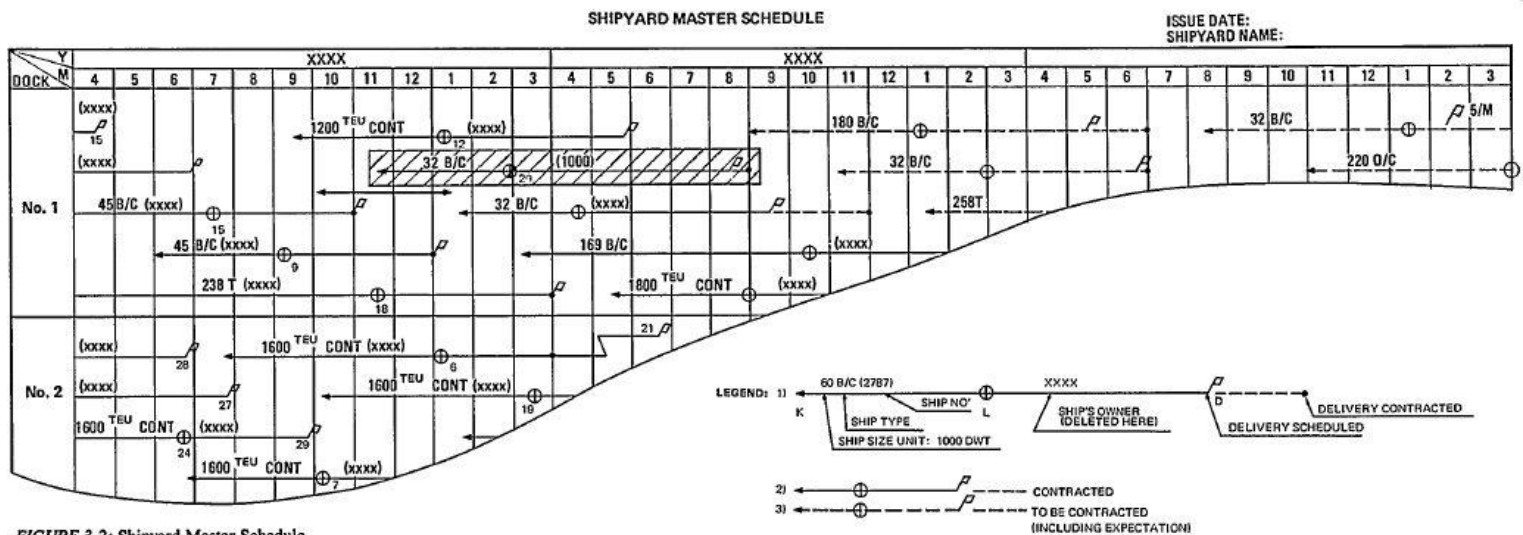



図 3.2（大型図）　造船所大日程

生産管理部門の中で、生産管理課が実際の造船所大日程の作成と維持管理とを行う。調達下請課は、資材調達の調査と、大日程に対する納期の適時性と信頼性に関するファイルの作成と管理を行っている。

典型的な造船所大日程は、図 3.2 に示すように、非常にシンプルである。しかし一見シンプルではあるが、累積工数日程（Man-hour Cumulative Schedule）（S 曲線）と主要な資材機器のリードタイムと統合を行わなければならず、熟慮の末に作成されるものなのである。

図 3.3 は、造船所大日程を維持管理する際に関係する、様々な利害関係を示している。この日程は造船所長により、常に経営陣と造船所内の様々な管理スタッフに対して、造船所の現在並びに将来の通常の作業能力についてアドバイスできるよう、維持管理されなければならない。

大日程を作成する際に、営業活動における造船所長の役割に大きな重点を置いている。未成約のプロジェクトも、造船所長が計画やリスク決定を計算する際の不確定要素となる。また、部門の能力評価や資材市場、そして船の種類別の世界的な市場生産といった関係要素を評価する為にも、生産管理、営業、設計のそれぞれの管理者とも相談を行う必要がある。

契約が成立し、より多くの情報が得られるようになれば、階層組織の機能により、より精度の良い、そしてより細かなフレームへと、日程が作成されて行く。造船所長は、生産管理部を通じ、下流で作成された日程が造船大日程と一致し、日程同士が矛盾せず、そして実行可能であることが保証されるように、監督してゆかなければならない。また造船所長は生産管理部を通じ、遅延を防ぐための処理手順がタイミング良く、かつ合理的なコストで行われているかについても、保証しなければならない。

こうした運営を達成する為には、調整と議論とを行う際に累積工数日程に重点を置いている。このフレームレベルにおいては、日程は過去の実績データを基にすべきであり、そして正確でなければならない。もちろん、重要な要素についての図面の出図日と資材の納期にも、特別な考慮を払わなければならない。

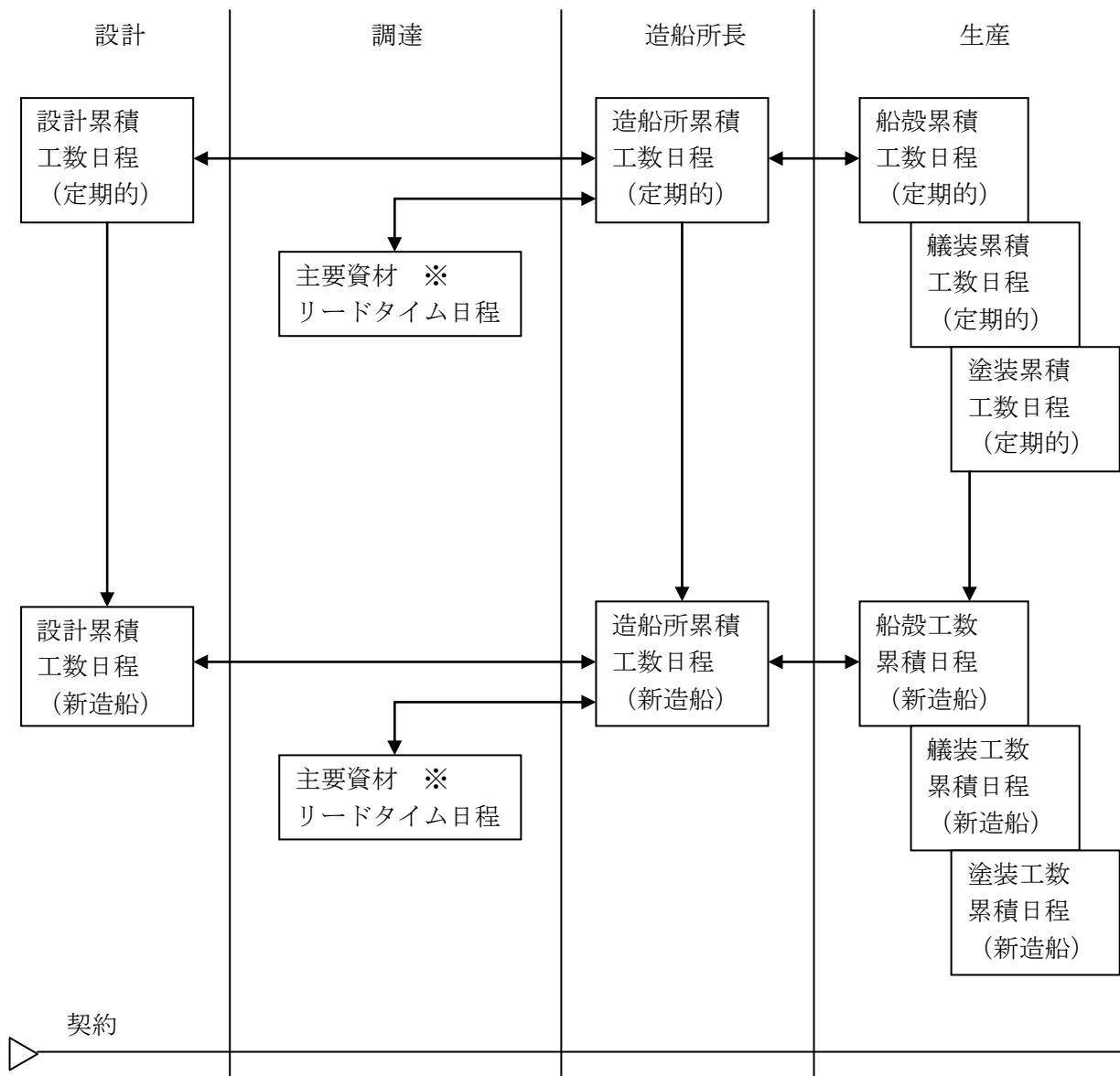



図 3.3　造船所レベルでの日程作成の流れ。主要資材リードタイム日程は毎日更新される。※の付いたブロックは 2 つに分割されているが、実際には同一の活動を行っている。下側のブロックは新造船の注文が決まった際に、追加される作業をシンプルに示したものである（意訳）

日程が必要となる最初期の段階においては、設計と資材に関する情報は少なく、この段階で詳細な日程を作成しようとしても信頼性が低く意味が無い。日程に誤差が出るのは日常的であり、また造船の初期段階においては大きなフレームの日程だけが必要である為、最初は大きなフレームで日程を作成し、次第に詳細化して行くのが実際的である。

造船所長は大日程を定期的に更新し、いつ契約が成立しても、直ぐに正確な契約後の見通しを立てられるようにする。交渉中もしくは契約成立後の、生産管理部門が造船所長に対して負う役割には以下の物がある：

・全ての部門での累積工数日程と主要資材リードタイム日程とを収集、合計する。
・契約交渉に使用可能な、実行可能な引渡日の営業部門への提供。
・契約毎の、加工開始、起工、進水の、造船所大日程への割当
・全ての部門での累積工数日程と主要資材リードタイム日程の認可

他部門との協調が出来るように作られたフレームと、協調に必要となる制限の下、各部門は与えられた開始日と終了日の間で自由にふるまうことが可能である。

図 3.4 は、造船所大日程（最もフレームサイズが大きい日程）のレベル毎のフレームについて説明したものである。

フレーム 日程	時間		作業量指標			所掌
	期間	更新頻度	概算単位	概算期間	パラメータ	
造船所 大日程 （定期）	6 年	3 ヶ月毎	造船所／船番号 （契約・予定） 主要節点間 （加工開始、 起工、進水、 引渡）	1 ヵ月	部門累積工数 （設計、船殻、 艤装、塗装） 主要資材 リードタイム	造船所長
造船所 大日程 （新造船）	6 年	新造船毎 （引合含む）	同上	同上	同上	同上

図 3.4　フレームが大きなレベルにおける、日程の詳細

３．２　造船所大日程（定期（Periodic））

造船所大日程（定期）の作成は、図 3.5 のような流れで行われる。大日程は、生産日程から定期的に作成され、造船所の今後の生産戦略の立案に用いられる。図 3.2 に示されたようなフォーマットは、新規受注と営業予測の変化による、挿入と削除とが容易になっている。

３．２．１　必要物

造船所大日程の作成に必要な物は、以下の通りである：

・船殻、艤装、塗装の累積工数日程
・設計累積工数日程
・主要資材リードタイム日程

３．２．２　処理手順

a.　対象となる船に最も合った S 曲線を選択し、必要ならば S 曲線の微調整を行う。
　選択された S 曲線毎に、月別の予算工数を配分する
b.　利用可能な工数に合わせて S 曲線を描き直す
c.　図 1.2 で示されたように、与えられた期間内で毎月、全ての S 曲線に工数を加える
d.　月別の積上（accumulated）工数と、造船所で利用可能な工数とを比較する
e.　リードタイムの長い主要資材の納期が、生産日程の必要な時期に間に合うかどうかを
　確認する。もしも間に合わない物があれば、納期を前倒しする。
　それが不可能なら、その日程は実行不可能である。

ステップ a から d で、大きなフレームにおける造船所の能力を決定している。（下層にある）部門毎の大日程の精度が良ければ、このレベルの a から d のステップを省略する事が可能である。その際、部門毎の大日程を造船所 S 曲線の代用とすることが可能である。

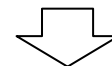



図3.5　造船所大日程（定期）の作成フロー

３．２．３　調整

日程が実行不可能であれば、実際の生産日程と資材納期が合うように、加工開始、起工、進水、引渡の日時を変更する。他の船の日程に影響する日程の調整は、遅延を回復可能な範囲内のみで行う。それでも実行不可能だった場合には、最後の処理手順として、造船所長は残業や下請けを増やして、利用可能な労働力を増大させる。

３．２．４　発行、更新、回復

大日程は、3ヶ月毎もしくは新造船の決定の度に発行し直しており、発行頻度が高い為に更新は通常行わない。大日程は実際の作業を管理する為に使用するわけではないので、実行における遅延の回復は見込んでいない。もし何らかの理由で起工などの主要節点に遅れが生じた場合には、引渡日を回復できるように、下層の実日程の修正が試みられることになる。

３．３　造船所大日程（新造船）

造船所大日程（新造船）は、図3.6のような流れで作成される。この日程を作成する目的は、新造船の契約が見込めそうな時に、これに関係する全ての運用を調整する事にある。定期大日程と同時に発行される場合には、定期大日程の方が省略される。

日程に新造船の重要節点日時を挿入し、必要ならば既に日程上に存在する他のプロジェクトに対して節点の調整を行い、新造船の仕事を行い易くする。既存の日程を調整する方が、新しく大日程を作成するよりも遥かに早い。

造船所大日程（新造船）の本質的な目的は、（受注後の）新しい作業負荷状況を、営業部門に対して素早く提供する事にある。

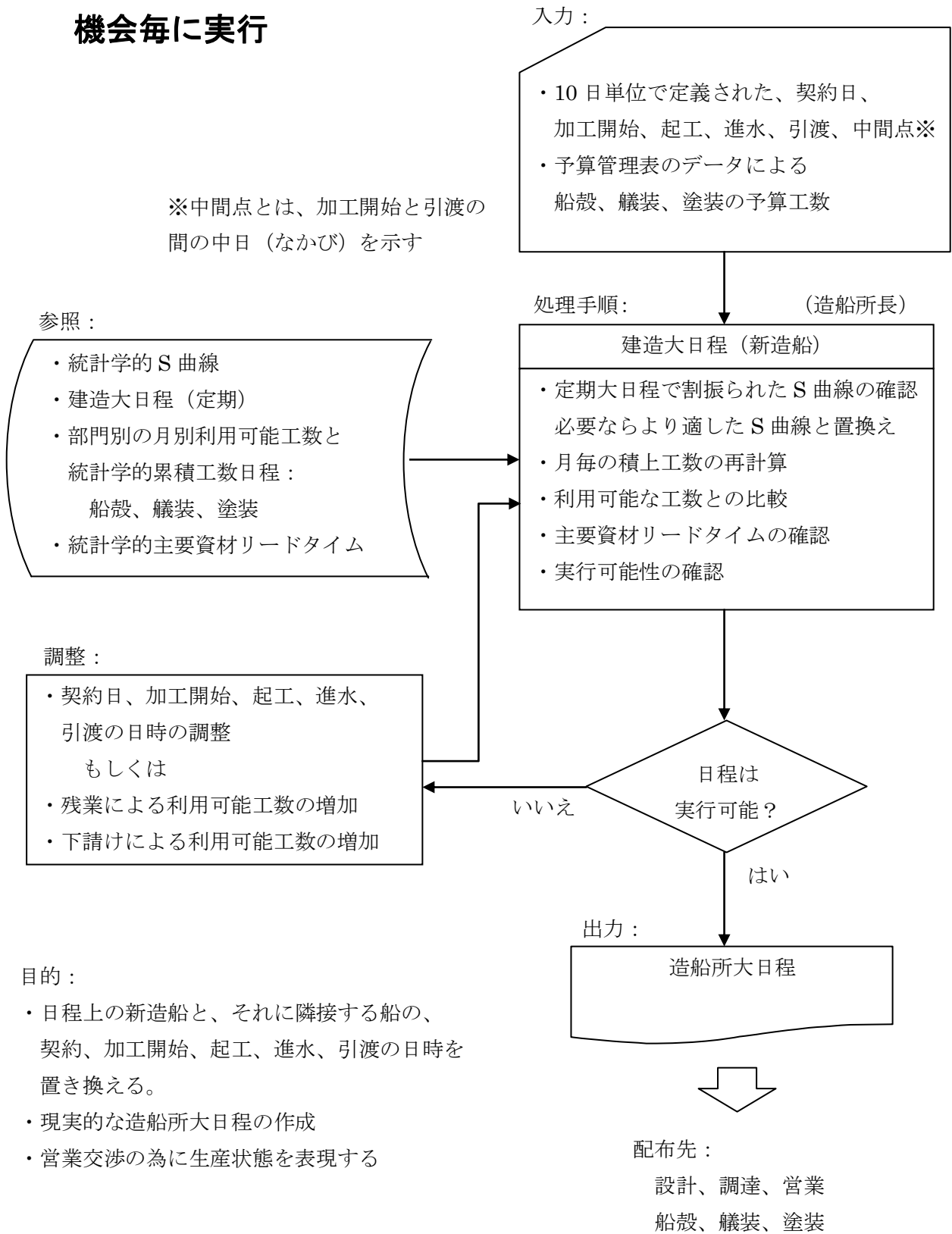



図 3.6　造船所大日程（新造船）の作成フロー

３．３．１　必要物

　造船所長は、設計、船殻、艤装、塗装の各部門に対して、それぞれの部門の累積工数日程が実績を踏まえたものかどうか確認を取らせる。各部門もまた、下部組織である工場や課に対して、同様な確認を行う。このように、作業者個人が日程作成に直接関係する事により、彼ら自身の日程に対する興味と、その日程を厳守する事への責任感とを生み出すことになる。

３．３．２　処理手順

a.　定期日程で使用されているＳ曲線を確認する。必要ならば、より適したものと置き換える

b.　利用可能な工数を考慮して、必要な月別累積工数を改正する。必要ならば、日程上で隣接した船の積上工数の調整を行う。

c.　必要となる月別累積工数の総計と、利用可能な工数の比較を行う。こうすることにより、部門に所属する工場での必要数の総計に対しての、部門別の積上工数を確認する。

d.　調達仕様書の作成時間も含めた、重要な主要資材に必要な日数とリードタイムとを確認する

e.　建造大日程（新造船）が、現実的であり、設計、船殻、艤装、塗装の各部門のそれぞれの累積工数日程が認可されるものであり、調達部門の主要資材リードタイム日程まで含まれたものであることを、確認する。

　ステップａからｃにおいて、大きなフレームでの重要日時を明記することで、新造船の造船所大日程が確定されることになる。このプロセスでは、それぞれの工場を管理するような詳細日程の確認までは含まれていない。

３．３．３　調整

確認プロセスにおいて、重要な主要資材のリードタイムが、納品以降の活動を妨げる事が明らかになった場合には、以下の対応を行う必要がある：

・起工、進水、引渡の日時の調整
・残業や下請けによる利用可能な工数の増加

３．３．４　発行、更新、回復

造船所大日程（新造船）は、新造船の契約が取れるか、契約が差し迫るか、もしくは営業部門から特別に要求があった場合に発行される。更新は、造船所大日程（定期）により、日常的に実行される。起工日などの節点に予想しない遅れが発生した場合には、下層の行動日程を調整する事で、引渡日の維持が試みられる。

４．　船殻ブロック建造手法

船殻日程は、艤装・塗装作業の効率にも影響を与える、重要な計器である。船殻を担当する生産エンジニアは、艤装と塗装との統合日程を作成する際に、艤装と塗装の知識を持ち、また艤装と塗装に対してある程度のリーダーシップを必ず取らなければならない。船殻日程は音楽理論を基にしなければならないが、これは設計、資材調達、艤装、塗装の担当者が、船殻日程の構成するフレームワークを通して、大日程に対する委託を行っているからである。

船殻プロセスのみを最適化させてしまった船殻日程は、必然的に他部門の効率を犠牲にすることになる。船殻のみの最適化によって得られたと称する利益は、他部門の犠牲による損失によって相殺され、次第に船殻日程そのものすら危険にさらすことになる。その為、造船所長は船殻日程の作成に、他部門の担当者を必ず参加させるようにしなければならない。多様な参加者の間で必要となる調整を保証する効率的なツールとして、柔軟な生産日程システム（Flexible Production Scheduling System、FPSS）がある。

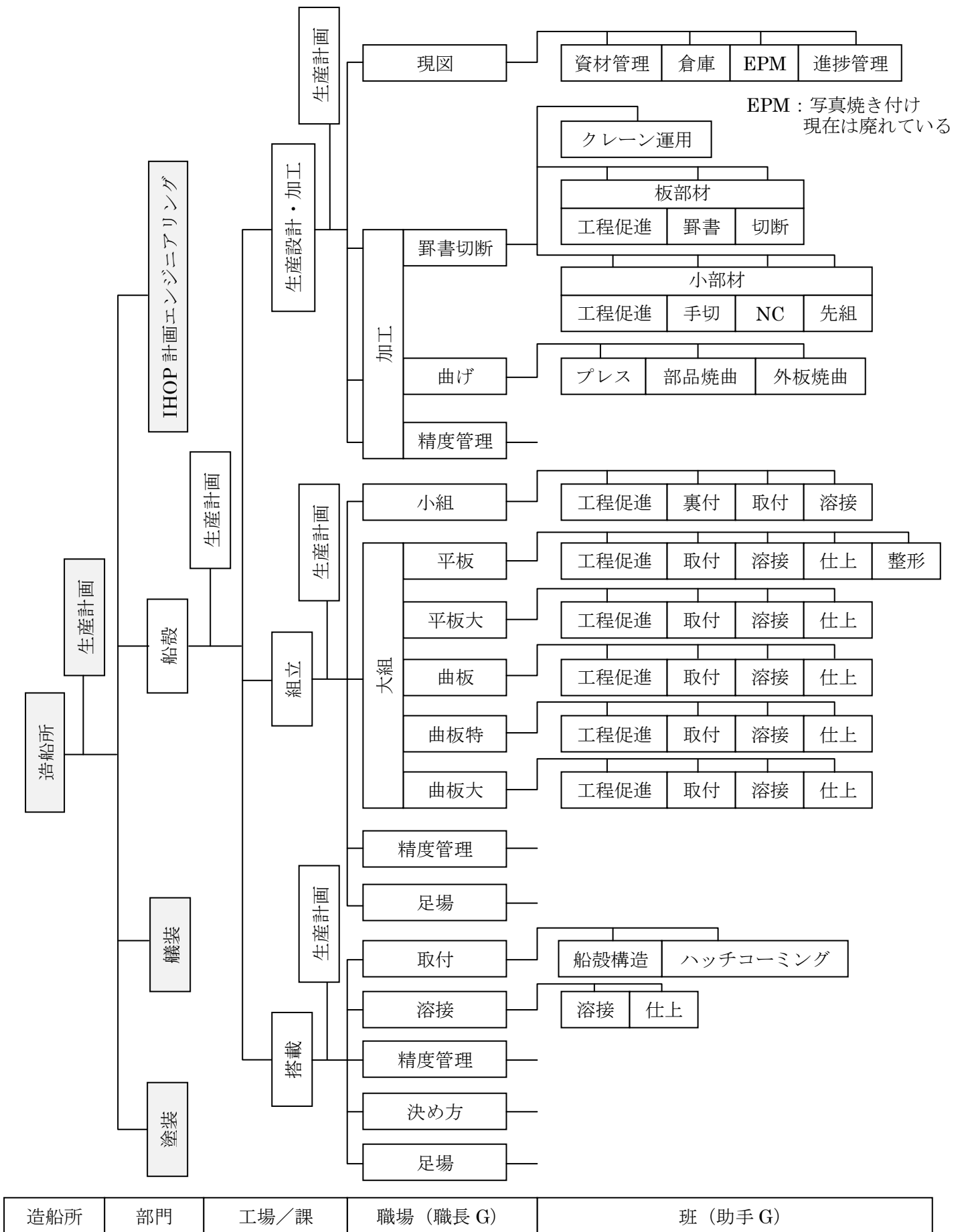



図 4.1　船殻部門の組織モデル

４．１　組織

図 4.1 は、船殻生産管理、日程、エンジニアリングの責任所掌を造船所、部門、工場／課のレベルで示したものである。

船殻部門においては、日程は階層毎に、図 1.1 のような典型的に組織化された作業フローでの、長期、中期、短期日程を作成している。こうした日程は次のような用途がある：

・時間フレームの定義
・工数の配分
・作業フローが日程に対して遅れているか進んでいるかを判断する等の進捗管理
・日程上の時間フレームを回復する為の調整
・より良い日程の作成と、日程システムの改善とに必要な、信頼性がある
　フィードバックの獲得

分権化の原理に従い、それぞれの階層の担当者が、自身の行動に対する権限と、下層の担当者への権限委託の権限とを持っている。彼らは定期的に、もしくは機会がある度に、以下の人と情報交換を行っている：

・同階層の他部門の担当者
・上層、下層の担当者

図 4.1 のように、船殻部門は、製品作業分割（product work breakdown）を反映した、区画（zone）／課題範囲（problem area）／ステージ（stage）という分類に合うように組織化されている。船殻搭載以外の全ての作業において、ある明確な分類の（中間）製品の生産に必要となる様々なトレード（trade、班？作業単位？）は、プロセスヤードコンセプトに従い、1 人の職場長（F グループ）の下にまとめられている。それとは対照的に、搭載部門は直接にトレード（trade）毎にまとめられているが、これは搭載においてはプロセスヤードというものが非実際的であるからである。そのため、並行に流れている複数の船の搭載作業の調整を行う際には、複数のプロセスヤードからの出力物を調整することが最も重要となる。このように異なった方法で集団分けされた作業者集団には、それぞれ、異なった日程作成手法が必要となる。

> 製品作業分割（product work breakdown）
> 　区画（zone）：完成品における物理的範囲・位置
> 　課題範囲（problem area）：製造・加工に必要となる技術や手法、施設
> 　ステージ（stage）：作業時間と作業場所
> 　　　という 3 つの軸で製品を分割し、設計・製造プロセスを管理する

４．２　フレーム日程手法

船殻部門の日程は、図 4.2 に示されるような流れで作成される。表 4.3 のように各階層に割り当てられたフレームの範囲内で、階層別の日程を作成して行く。図 4.2 で示されているように、累積工数日程（定期・新造船）は造船所大日程の作成と、下層の日程の管理に必要である。

伝統的な日程作成フローでも、造船所長から生産管理、そして生産日程と流れているものもあり、それらは一見、図 4.2 のワークフローに従っているように見える。しかし、工数積上（man-hour accumulation）と前倒しによる日程作成（backward scheduling）とが欠けている。前倒しによる日程作成とは、作業に要求された完工日から開始して、過去の効率の統計学的分析から予想される必要工数を求め、その分だけ完工日から遡ることで開始日を計算するというものである。

船殻では、各ブロックの搭載日を半固定し、そこから逆算して行くことで、前倒しによる日程作成を行っている。時間フレームの範囲内で、塗装、ブロック艤装、組立、小組、部品加工が行われる。こうした、工数の積上を伴った前倒しによる日程作成により、作業間に挟まる余分な期間を省くことができる。そして、作業者と施設と密接に結び付いた中間製品が、絶えず流れて行くのである。作業の中断の排除は、生産での時間の無駄を避ける為に必要である。

船殻の時間フレームの大きさは、図 4.3 に示された通りである。設計と資材決定のプロセスが進むことにより、時間フレームサイズが段々と小さくなってゆくが、これはつまり日程の洗練を表しているのである。

設計と資材決定のプロセスが進むに従い、時間フレームによって囲まれたモノは、換算重量（parametric weight、鋼材や機器の物理的重量というよりも、それをベースとしつつも製造作業の目安となる物量としての重量である。溶接線実長に対する換算溶接線長がそれに近い）によって表現されるようになる。この換算重量は、造船所やフレームのレベル、中間製品それぞれに備わっている独特な要素や係数を用いることで、作業に必要となる工数へと変換される。工数積上（man-hour accumulation）を十分に考慮して得られた必要日数から、精度の高い開始日が求められる。これまでの伝統的なやり方では、各作業の開始日と終了日とが明示されるだけであった。個々の内部作業に必要な時間を最小にすること無く開始日を割り振ってしまうことで、中間製品の実際の完工日と、その中間製品に要求されていた完工日との間に、不要な長い時間が空いてしまうのである。

伝統的な日程作成の持っている、もう一つの欠点は、日程作成プロセス全体を通じて、同一のフレームサイズと同一の係数とを使っていることである。プロセスの進捗に関わらず同一の大雑把なデータを使っているということは、その後の設計の進捗により、より精度の高い情報が使用可能になるという事実を無視しているという事なのである。その結果、日程は現実にそぐわない物になり、プロジェクトの途中に大幅な変更を度々行わなければならず、それにより大日程にも深刻な影響を与えてしまうことになるのである。しかし、常に、設計の精度向上と同じ割合で作業量の精度を向上させて行くことで、こうした問題を回避する事が可能なのである。

これから記述する、今後推奨される日程作成処理手順は、これまでに記述した以下のような支援要素を合体させたものである：

・フレーム日程手法（Frame Scheduling Method、FSM）

・船殻・艤装・塗装の統合日程の作成と進捗管理（IHOP）

・分権化された、生産計画、日程作成、エンジニアリング

・情報とリソースを、日程通りに利用可能とする環境
（On Schedule Availability of Information and Resouces）

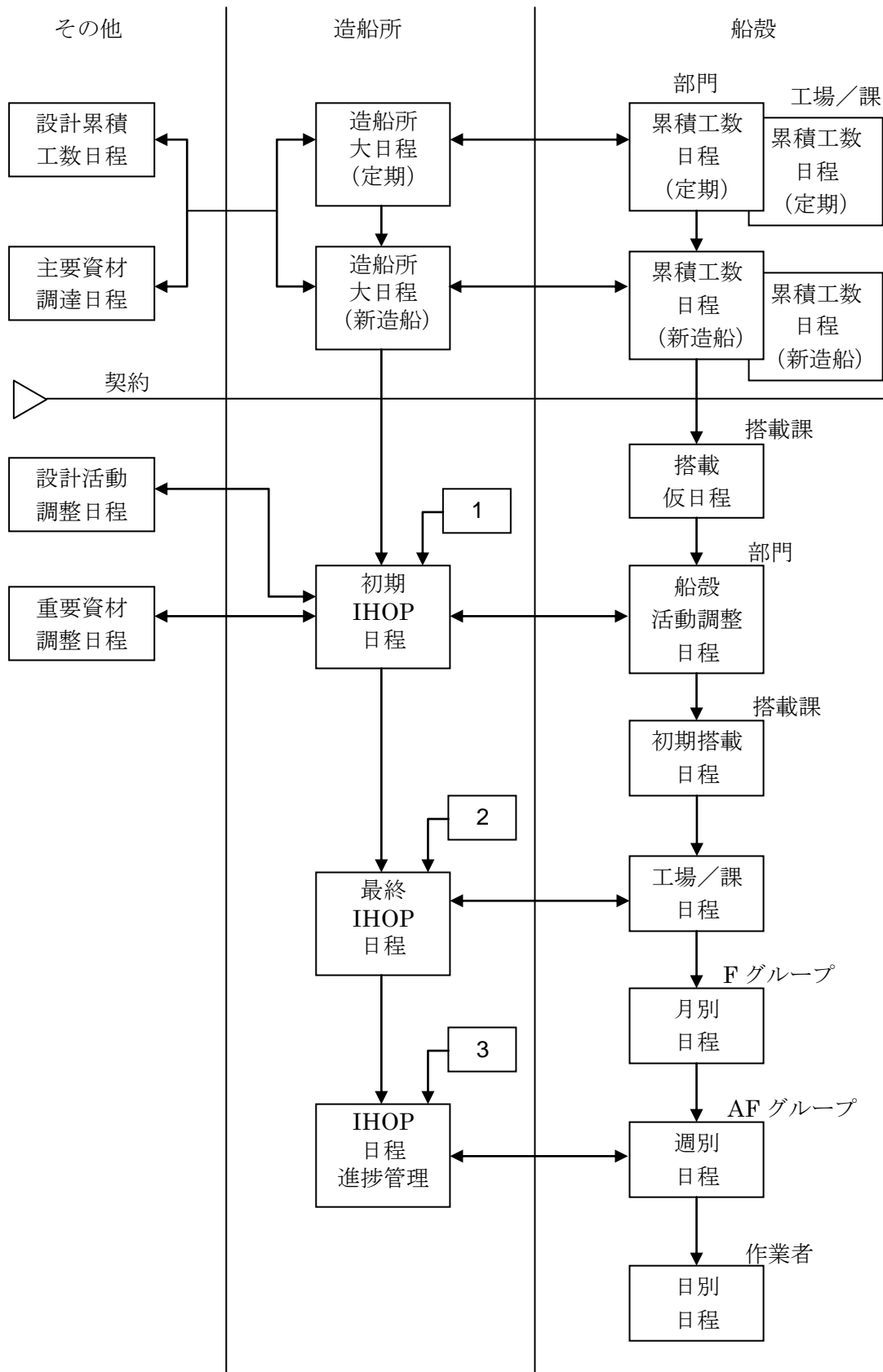



図 4.2　船殻日程作成の流れ

1~3 は同階層の艤装日程からの入力を示している

フレーム／日程	時間		作業量指標			所掌
	期間	更新頻度	概算単位	概算期間	パラメータ	
部門または工場／課の累積工数日程	部門：3年 工場課 1.5年	部門：3ヶ月毎 工場／課：6ヶ月毎	加起進引／船／部門　もしくは工場／課	1ヵ月	S曲線	部門長または工場長／課長
船殻活動調整日程	建造期間	無関係	ブロック／船グループ	無関係	統計学的持続期間？	部門長
工場・課日程	6ヶ月	2ヶ月毎	中間製品／船／プロセスヤード	10労働日（2週間）	溶接線長（概算）	工場長／課長
月別日程	1.5ヶ月	2週間毎	中間製品／船／プロセスヤード／定盤（station）	5労働日（1週間）	溶接線長（実長）技能毎人数	職場長
週別日程	2週間	毎週	中間製品／船／プロセスヤード／定盤	1日	技能毎人数作業者名	助手
日別日程	1日	毎日	中間製品／船／プロセスヤード／定盤	1時間	作業者名	作業者

表 4.3　船殻の日程フレームの詳細

４．３　累積工数日程（定期）

４．３．１　概要

関連した作業フローは、図 4.4 で示された通りである。

目的：

- 工数の利用可能性の見地に基づいて、造船所大日程の見直しを行う
- 部門間での全体的な工数配分の調整

必要物：

- 造船所大日程
- 鋼材重量と、それに消費された生産工数との間の関連性に関する、過去のデータ

フレーム：

対象：　契約された、もしくは契約の見込まれる船（並びに、船以外の最終製品も含む）

単位：　部門

期間：

月単位で、理想的には 3 年の期間（市場の環境によっては、3 年先までの十分な見通しを立てる事が不可能な場合もある）

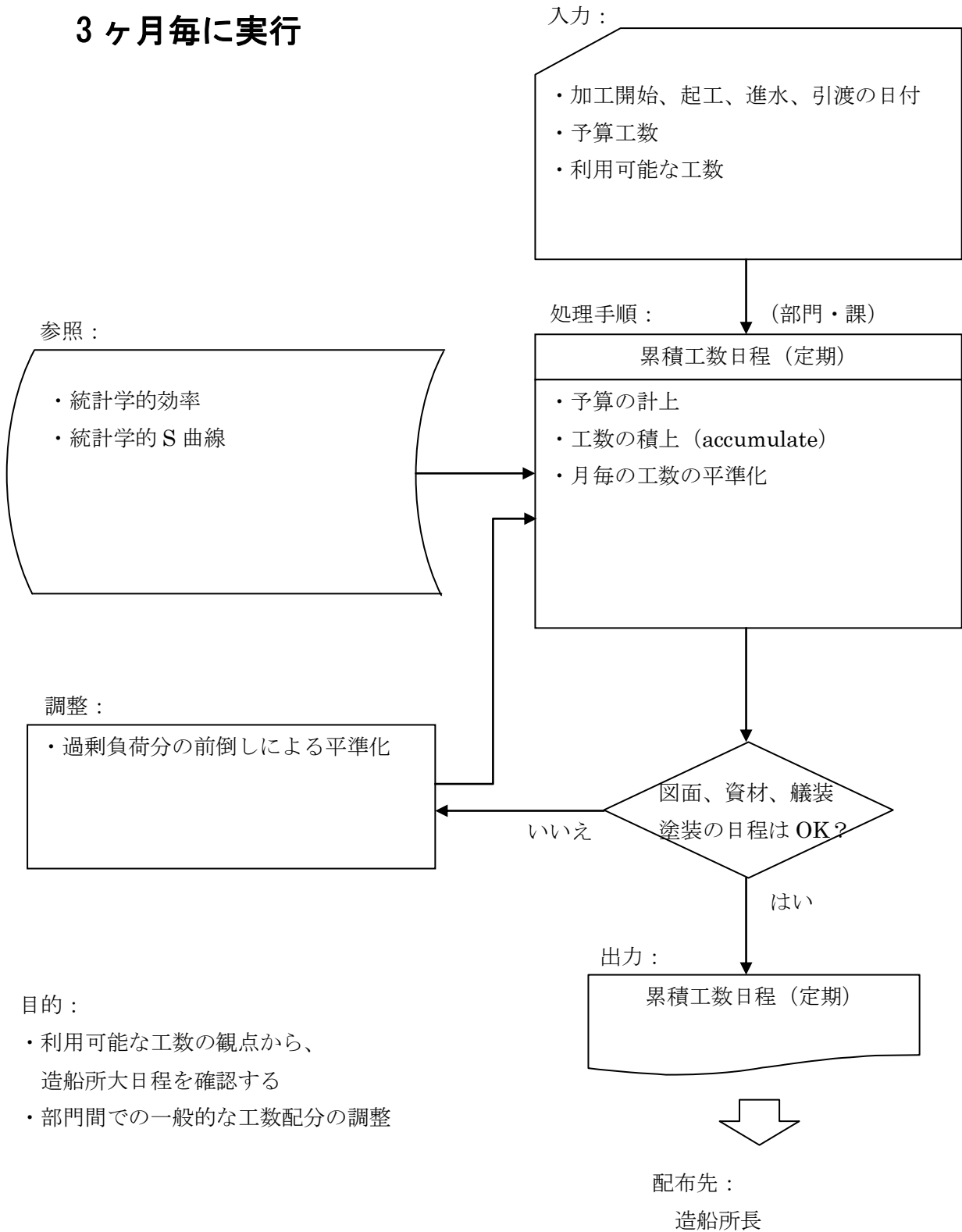



図4.4　累積工数日程（定期）の作成フロー

４．３．２　処理手順

> 訳注：
> 原文では以下の語彙を使い分けているので、
> 以下のように翻訳を分けている：
> accumulation, accumulate　→積上
> cumulative, cumulate　→累積

予算編成：
　変数の明示：
　　船の種類と船殻鋼材重量
　作業量の見積り：
　　造船所は船の種類毎に、鋼材重量に対する必要工数を記録、維持しておく。
　　これにより、同型船の船殻鋼材重量から直ちに作業量を見積もることが可能となる。
　　類型船を建造した経験が近年に無い場合には、造船所長は最近の生産性を反映させるために、独断的にこの作業量の修正を行う。

工数積上（man-hour accumulation）：
　変数の明示：
　　契約、加工開始、起工、進水、引渡のそれぞれの時点までに消費した工数の、必要な工数全体に対する割合（%）
　個別のフレームに対する作業量の見積り：
　　選択されたＳ曲線に従い、月毎に見積もられた必要作業量を配分する

平準化：
　必要作業量と利用可能工数との比較：
　　作業者数から求められた利用可能工数と、見積もられた作業量とを比較する。
　　この２つの値の差分を、月別に記録してゆく。
　　船殻部門の管理者は、他の部門の管理者と議論を行い、この差分に対する最適な解決法を探る。

　作業負荷の平準化手法：
　　以下に挙げる手法を組み合わせたものが、推奨解決法として造船所長に示される：
　　・作業負荷のピークを構成する作業の、部分的な前倒し（シフト）
　　　（この要求を他の部門と調整する際には、注意深く行わなければならない。
　　　何故なら、出図や資材利用可能日といったインターフェース節点を前倒しする必要に迫られる可能性があるからである）
　　・作業者の再配分
　　・残業
　　・作業シフトの追加

４．３．３　調整

項目：

・図面の出図状態：

　図面を日程通りに受領できる見通し等

・主要資材の利用可能状態：

　主要な資材を日程通りに受領できる見通し等

・必要な作業施設の確保は、この段階では無関係

・他の生産プロセスレーン（艤装や塗装作業等）の能力の評価

調整：

・前述の要因を考慮しつつ、日程に従って作業を推進する

４．３．４　出力データと時期

出力：添付図 A.1（別ファイルにまとめる）参照

時期：3 ヶ月毎

４．３．５　更新と回復

更新：3 ヶ月毎

回復：

日程が作成される度（3 ヶ月毎）に、実消費工数に対する工数配分をチェックする。

工数配分のバランスを決定し、完工までに必要な工数を見積もる。

残作業に対して残工数が不十分な場合には、遅延を防ぐために予算工数の改善要求を造船所長に対して行う

４．４　累積工数日程（新造船）

４．４．１　概要

関連した行動フローは、図 4.5 で示された通りである。

目的：

・工数の利用可能性の見地に基づいて、ある特定の船の造船所大日程の見直しと、入念な確認とを行う

必要物：：

・造船所大日程（定期）

・予算管理表

フレーム：

取扱対象：

特定の船

単位：

部門と工場の、それぞれの階層

期間：

月単位で、加工開始から引き渡しまでの期間

４．４．２　処理手順

４．３．２と同じ

４．４．３　調整

項目：

・図面の出図状態：

最も厳しい状態においても、図面が生産に間に合うように出図されるかを確認

・主要資材の利用可能状態：

最も厳しい状態においても、資材が加工開始に間に合うように入荷されるかを確認

・必要な作業施設の確保は、この段階では無関係

調整：

・必要に応じて、日程通りに作業を実行する

４．４．４　出力データと時期

造船所長からの指示に従って出力される。

４．４．５　更新と回復

更新：

新造船毎。累積工数日程（定期）と出図が同時になった場合には、作成されない。

回復：

回復は累積工数日程（定期）で考慮される。４．３．５を参照

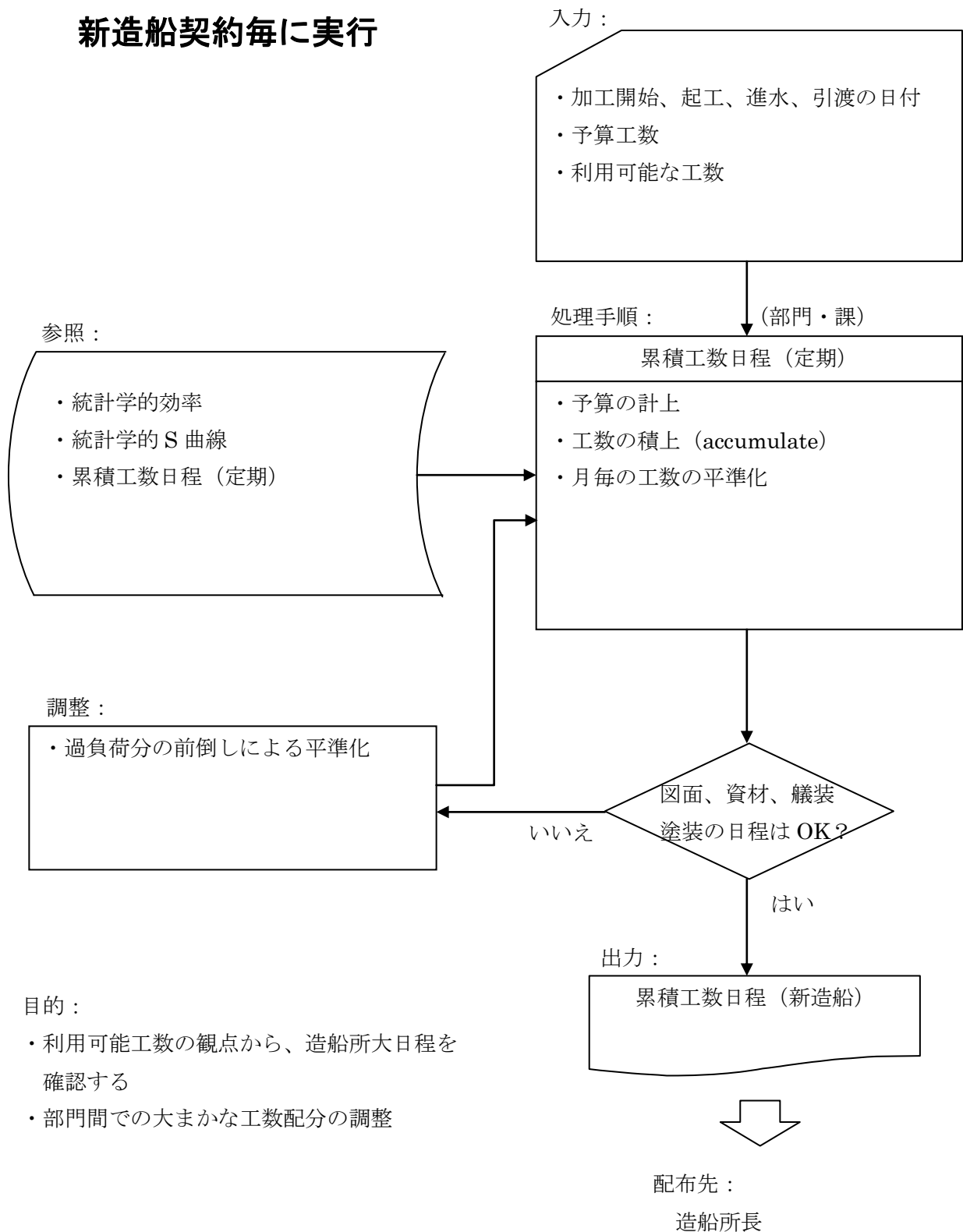



図 4.5　累積工数日程（新造船）の作成フロー

４．５　仮の（tentative）搭載日程

４．５．１　概要

仮の（tentative）搭載日程は、この段階において十分な事前データが利用可能な場合には、初期（preliminary）搭載日程の代わりに用いる事が可能である。関連した作業フローは図 4.6 の通りである。

目的：

・船殻、艤装、塗装の各部門に対する、作業タイミング日程の作成
・船殻設計部への、搭載順序の連絡
・起工から進水までの期間に配分されている、時間フレームの確認

必要物：

・一般配置図
・機器配置図
・中央断面図
・初期（preliminary）ブロック分割図

フレーム

対象：
特定の船

フレームサイズ：
1 つのグループとしてフレーム化された複数の搭載ブロック（ブロックフレーム等）

期間：
日単位で、起工から進水までの期間

図 4.6　仮の搭載日程の作成フロー

４．５．２　処理手順

・過去に建造された船で用いられた搭載順序の記録を基にして、
　初期ブロック分割図から搭載順序を決定する
・過去に建造された船の搭載日程を参照しつつ、起工から進水までの期間の、
　毎週のブロックフレーム数が均一になるように調整
・累積工数はここでは無関係
・利用可能工数との比較はここでは無関係

４．５．３　調整

この日程は、初期（preliminary）日程の準備の為の予定記録票として用いられるだけである。他の部門の日程との調整は、初期（preliminary）日程で行われる。

４．５．４　出力データと時期

出力：　添付図 A-2 を参照

時期：　契約成立後

４．５．５　更新と回復

更新：
　初期搭載日程作成後に起工や進水といった重要節点で変更が無い限り、
　更新は行われない

回復：
　回復は関係ない

４．６　船殻作業タイミング日程

（Hull Construction Activities Timing Scheduling、船殻工事大予定？）

４．６．１　概要

関係する作業フローは図 4.7 に示された通りである。

目的：

・船殻部門が、他の部門と作業タイミング日程を調整を行う為

・フレームの開始日と終了日の決定と、フレームに必要な仕事量の見積り

必要物：

・ブロック分割図

・ブロック組立図

・機器配置図

フレーム：

対象：

特定の船

フレームサイズ：

各ブロックフレームにおける、船殻プロセスの独立した作業

期間：

10 労働日単位で、起工から進水までの期間

４．６．２　処理手順

ブロックフレームの作業量の決定：

・変数の明示：

船の種類（type）、ブロックの種類（kind）と寸法

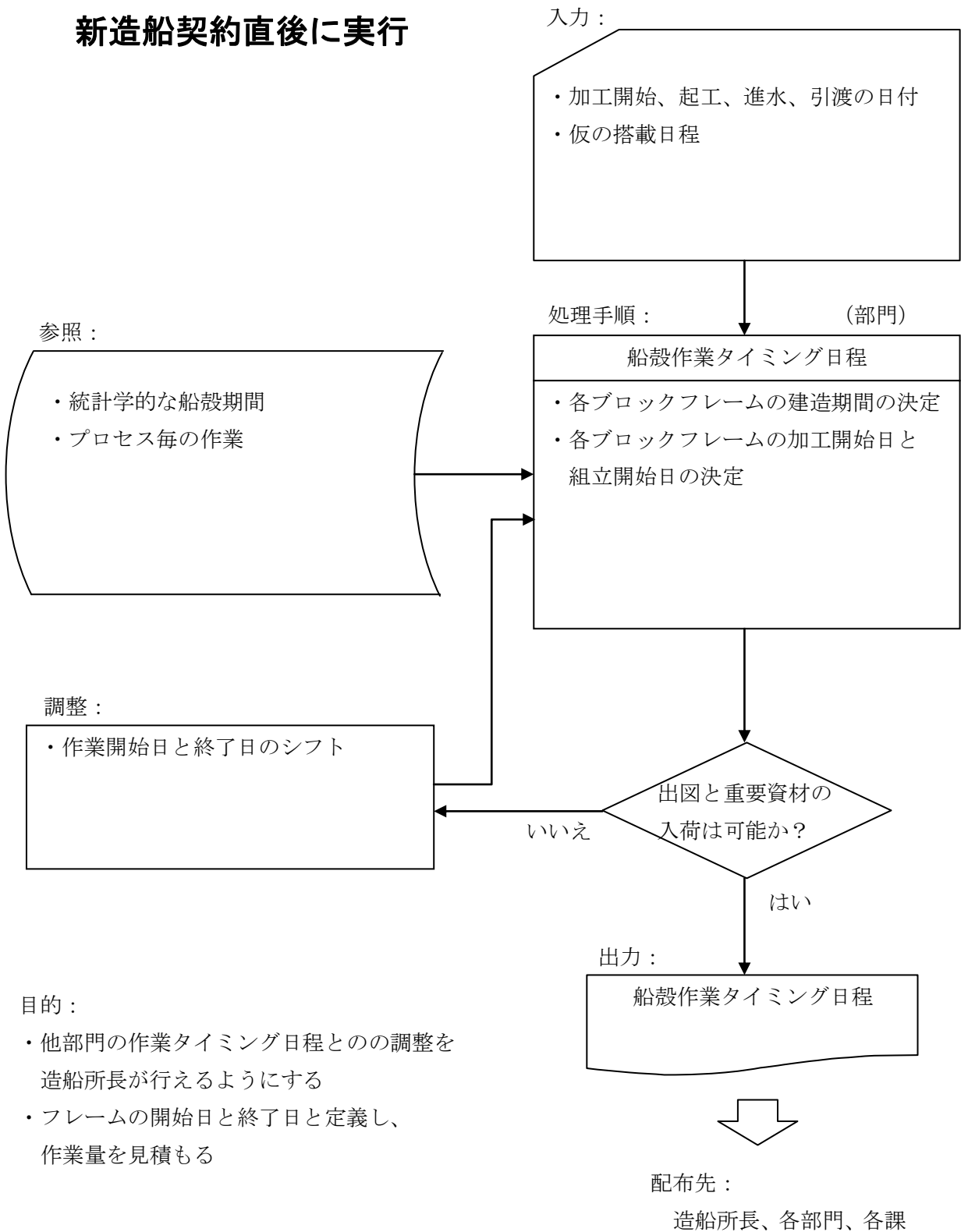



図 4.7　船殻作業タイミング日程の作成フロー

・作業量の見積り：

船の種類と、ブロックの種類と寸法のそれぞれに対して、造船所は過去のブロックの鋼材重量に対する必要工数をグラフ化したファイルを作成し、これを維持管理する。このデータにより、見積もられたブロックの鋼材重量から、作業量の見積をすぐに行う事が可能となる。また、最近同種のブロックを作成していなかった場合には、船殻部門の管理者は最近の生産性を反映させ、この作業量を独自の判断で修正する。

・各ブロックフレームに対する、組立と加工の開始日と終了日、それに必要な図面と資材の締切の決定
- ・仮の搭載日程から、各ブロックフレームの搭載日を求める
- ・ブロックフレーム毎の組立と加工の開始日、終了日、そしてそれに必要な図面と資材の締切日を、搭載日から前倒しすることで決定

・累積工数は無関係
・利用可能工数との比較も無関係
・平準化も無関係

４．６．３　調整

項目：
- ・図面締切：加工に必要な日までに出図可能か確認
- ・資材納期：重要資材が加工に必要な日までに納品可能か確認
- ・必要な設備の確保は、ここでは無関係
- ・他の生産プロセスレーン：

  艤装・塗装部門と、ユニット艤装、ブロック艤装・塗装に必要な期間と時期を調整、確定させる。

調整：

出図や資材納品といった作業の時期が、いかなる理由であれ変更されたら、それ以降の全ての加工、組立、艤装、塗装作業は、図 4.8 に示されたように、変更に従い、変更と同時に一発でシフトさせなければならない。これまで行われて来たように散発的にシフトしてしまうと、図 4.9 で示されたような作業の流れを邪魔してしまう事になる。図 4.9 のような間欠的な待ち期間は、生産性を下げる原因となる。

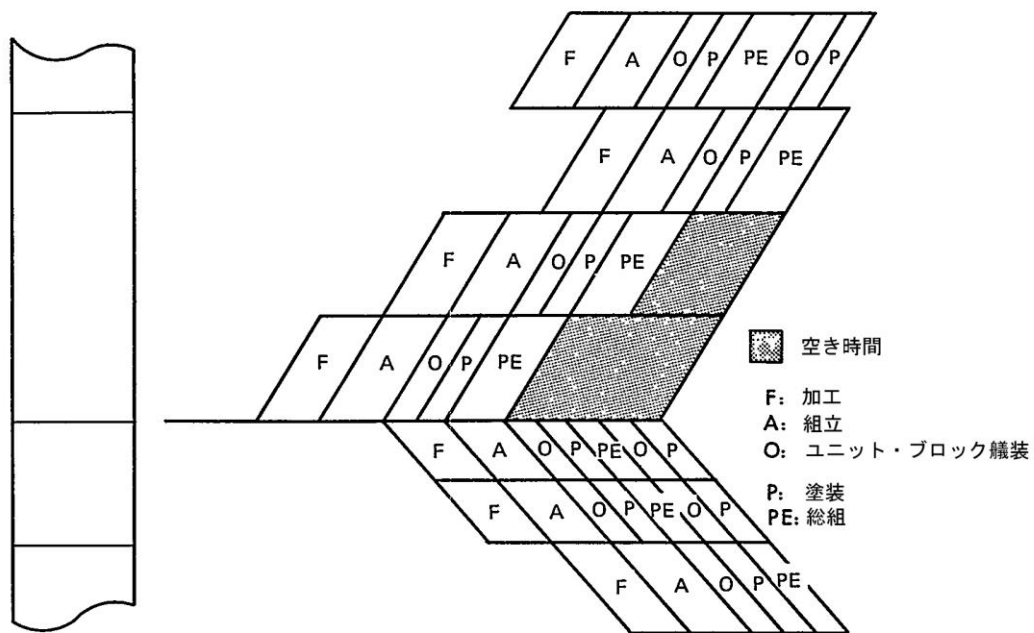



図 4.8　FPSS での作業シフト　プロセスフローの効率はそのまま

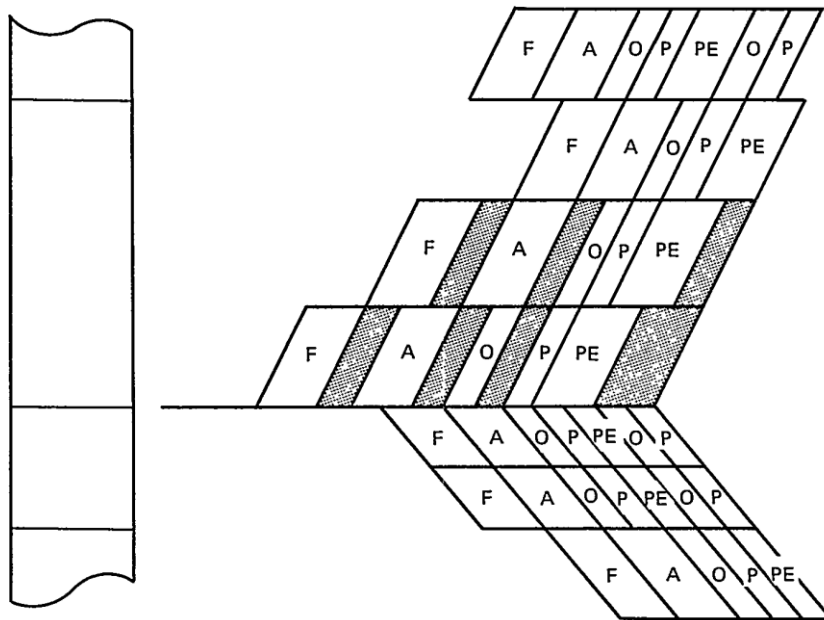



図 4.9　過去の実例での作業シフト
待ち時間によるプロセスフローの断絶で作業性が低下

４．６．４　出力データと時期

出力：添付図 A-3 を参照

時期：仮の搭載日程出図の、数日後

４．６．５　更新と回復

更新：無関係
回復：無関係

４．７　初期搭載日程（Preliminary Erection Scheduling）

４．７．１　概要

関係する作業フローは図 4.10 の通りである。

目的：
艤装と塗装の初期（preliminary）日程作成の為
初期（preliminary）IHOP 日程作成の為

必要物：：
一般配置図
中央断面図
船殻キープラン
機器配置図
部門毎の作業タイミング日程
各ブロックの重量（船殻キープランから推定）

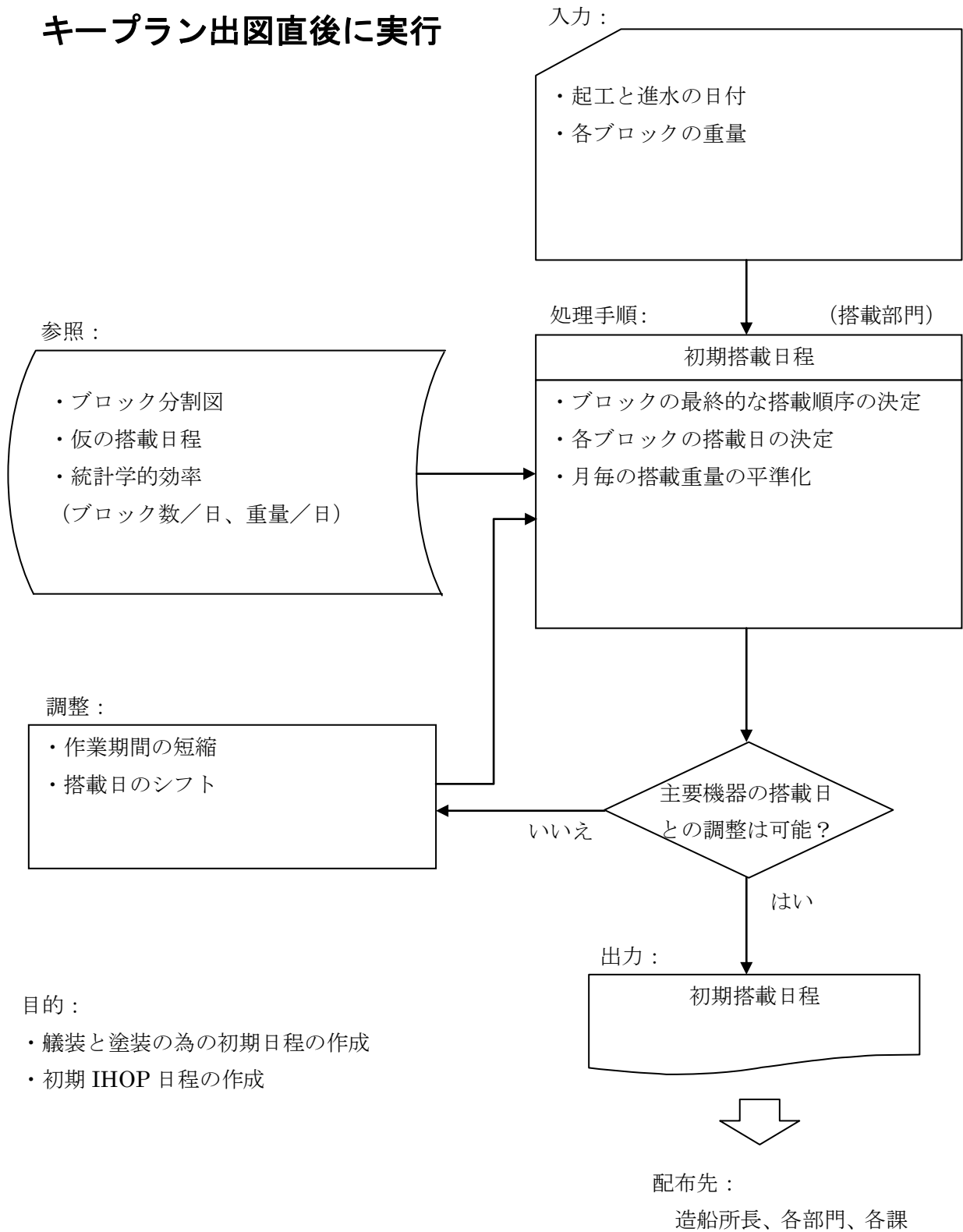



図 4.10　初期（preliminary）搭載日程の作成フロー

フレーム：
　対象：
　　特定の船
　フレームサイズ：
　　ブロックもしくは総組ブロック
　期間：
　　労働日単位で、起工から進水までの期間

４．７．２　処理手順

・最終的な搭載順序の決定

・作業量から、各ブロックの搭載日を決定：
　搭載ブロック数／日　＝　搭載ブロック総数／起工から進水までの間の労働日数
　搭載ブロック重量／日　＝　船殻鋼材重量／起工から進水までの間の労働日数

・作業負荷のピークの平準化：
　　・毎日の搭載ブロック数
　　・毎日の搭載ブロック重量

・利用可能工数との比較は無関係

４．７．３　調整

項目：
・図面出図締切は無関係
・資材要求日は無関係
・運用施設は無関係
・主要機器（主機、補機、発電機等）の搭載時期
・上部構造物の搭載時期
・主要部品（シャフト、プロペラ、舵、操舵機、クレーン、錨鎖、等）の搭載時期

調整：

　必要に応じて、ブロック搭載に関係する作業グループの配置期間を短縮する

　必要に応じて、ブロック搭載順序を変更

４．７．４　出力データと時期

出力：添付図 A-4 を参照

時期：最終的な船殻キープランの出図後、直ぐに

４．８　搭載部門日程

４．８．１　概要

　関係する作業フローは、図 4.11 の通りである。

目的：

- ・船殻の加工工場と組立工場の日程作成
- ・甲板、居住区、機関、電気の艤装各課（DAME）と塗装作業の工場日程作成
- ・最終的な IHOP 日程の作成
- ・最終的な搭載日程の確認、月別日程の作成、搭載に必要な作業者数の決定

要求物：

- ・搭載時の溶接線長（キープランから見積り）
- ・艤装部門から提供された、主要機器の搭載、芯出し、船底見透し（keel sighting）等の主要節点の日付

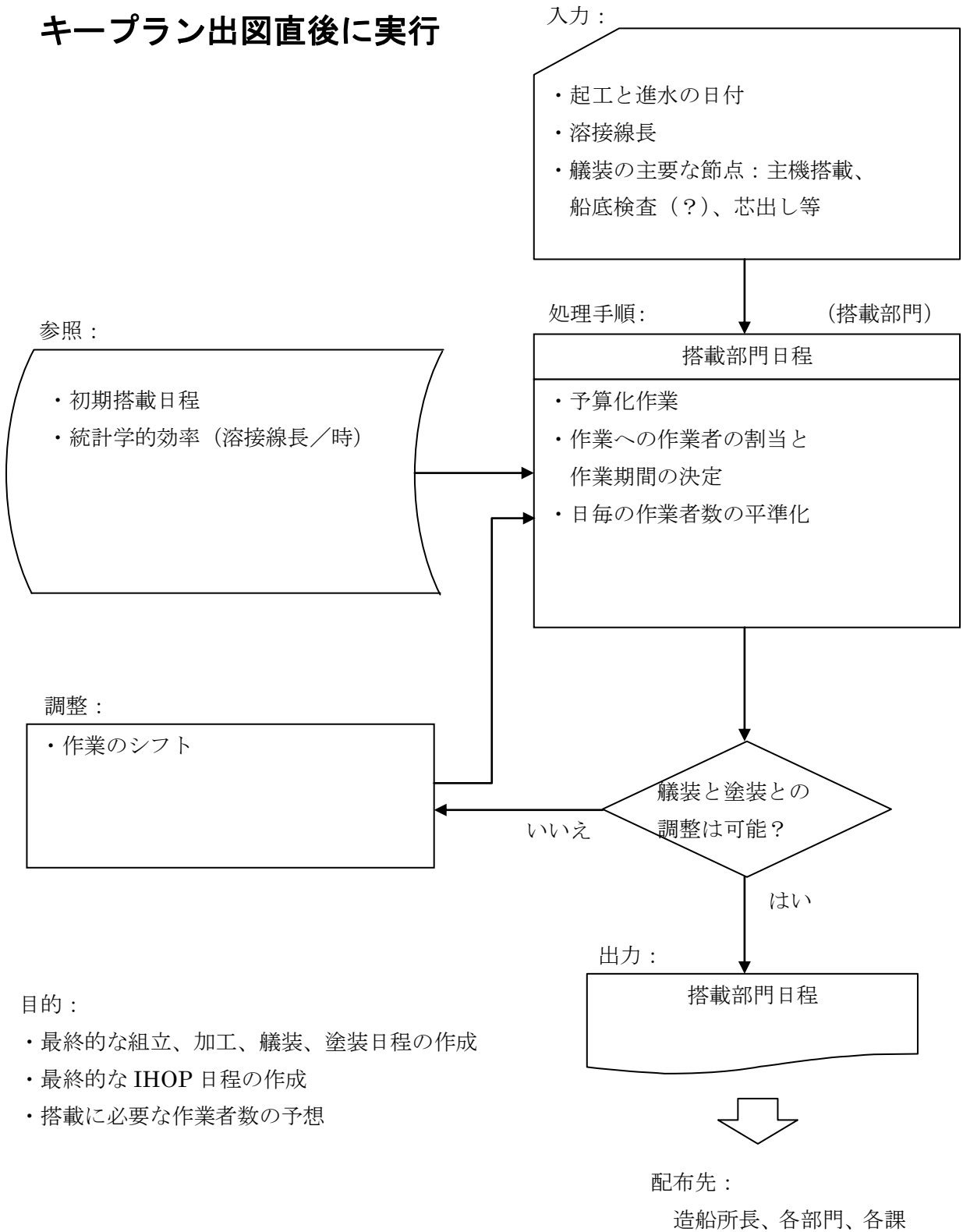



図 4.11　搭載部門日程の作成フロー

フレーム：
対象：
特定の船
フレームサイズ：
総組ブロック／トレード（単位作業？、班？　trade）
期間：
労働日単位で、起工から進水までの期間

４．８．２　処理手順

作業予算の決定：
・溶接作業：
船の種類とブロックの課題分類（problem category）（平板ブロック、曲板ブロック、特殊曲板ブロック等）毎に、造船所は鋼材重量に対する溶接の効率（溶接線長、メートル／時）をグラフ化した実績ファイルを作成し、維持管理する。
これにより、対象となるブロックの搭載時の溶接線長を見積もることで、
以下の公式からブロック搭載時の作業量を見積もることができる

溶接工数　＝　搭載時の接合部長さ／溶接効率

・決め方作業（？shipfitting）：
造船所の経験を基にして、決め方作業の工数は、通常、溶接工数の倍数によって表現されている。最も効率の良い造船所における搭載溶接と搭載取付の比率は、2:1 である。この優秀な比率は、統計学的な精度管理の賜物である。

必要な労働力の決定：

必要となる溶接者数は、次の公式から得る事ができる：

溶接者数　[人・日]　＝　溶接工数　／（割り当てる労働日数　×　８時間）

１日当りの決め方作業者数も、同じ方法で決定する。

必要な労働力は、配分された労働日数の関数となっており、逆もまた同じである。日程を決定する際に、必要労働力と配分労働日数を最適な組み合わせにしなければならない。

必要な労働力と、利用可能な労働力との照合（matching）：
公式から計算された、各作業に必要な作業者数と、利用可能な工数とを比較する。労働力不足を回避する為に作業をシフトするが、この際に別のトレード（trade）の作業者によって実行された作業との間に無就労時間が入らないようにする。（ページ下の図 4.12 と図 4.13 を参照）

４．８．３　調整

項目
・不適切な図面出図締切
・不適切な資材納期
・運用する施設の利用可能状況が不適切な物
・主要構造への重量取付物の溶接を、軸心合わせと船底見透し作業の前に完了させる事
・搭載後の塗装

調整
図 4-12、図 4-13 のように、トレード（trade）間に空き時間（unassigned time）が残らないような方法で、作業をシフトして行く。

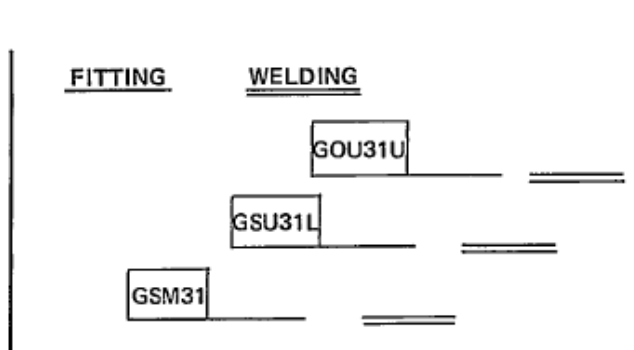



図 4-12　作業間に空き時間を挟んでのシフト

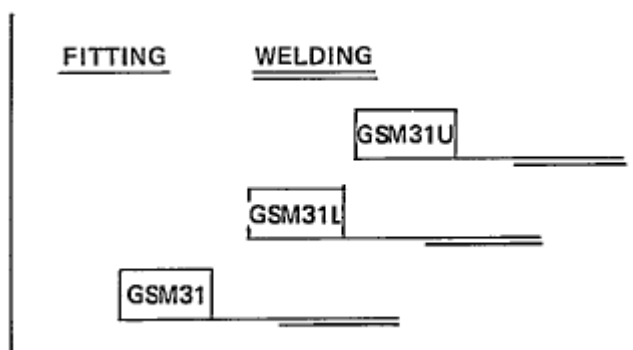



図 4-13　作業間に空き時間を挟まないシフト

４．８．４　出力データと時期

出力：添付図 A-5 を参照。ただし、これは実際には月別日程である。
　　　より短い期間のものもあるが、長くなる方が理想的である。

時期：キープラン出図の 1 週間後

４．８．５　更新と回復

更新：起工や進水といった大きな節点に変更が無い限り、更新はされない。

回復：
　この日程は、作業進捗と遅延を監視する為に用いられる。
　回復の変更は、月別日程で行われる。

４．９　組立部門日程

４．９．１　概要

関連する作業フローは図 4-14 の通りである。

目的：
- 加工と、甲板、居住区、機関、電気の艤装各課のブロック艤装、ブロック塗装の、工場日程を作成する為
- 最終 IHOP 日程を作成する為
- 組立てに必要な作業量を決定する為
- 月別日程を作成する為

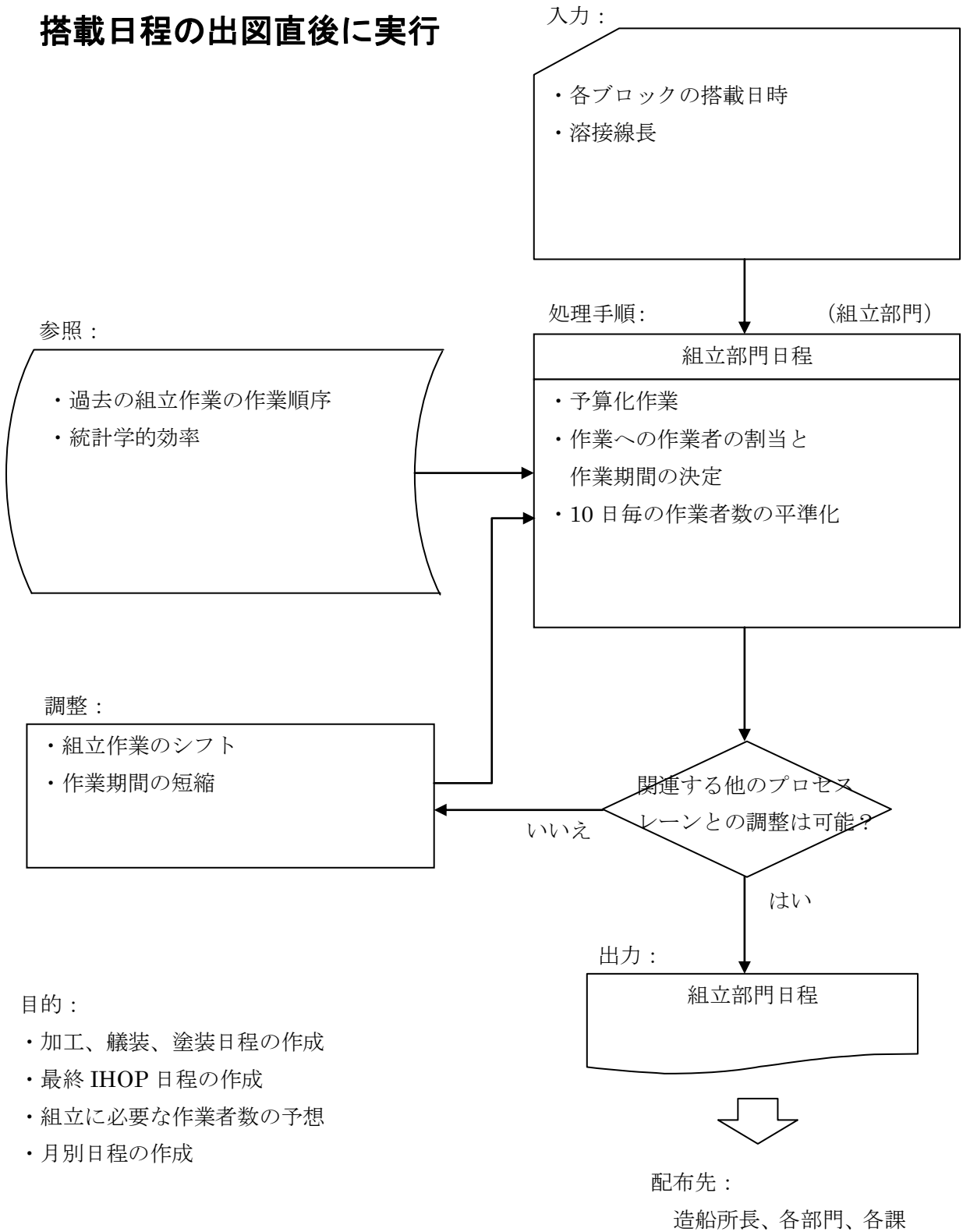



図 4.14　組立部門日程の作成フロー

要求物：

・キープランから見積もられた、小組、大組、総組のプロセス定盤（process starion？）毎の、組立接合部長さ（m）

・搭載部門日程

・ユニット艤装、ブロック艤装の期間

フレーム：

対象：

組立作業が同時に進行している、（全ての）船

フレームサイズ：

大組：組立／プロセスヤード／ブロック

小組：組立／プロセスヤード／小組

期間：

労働日単位で、6ヶ月間

４．９．２　処理手順

作業予算の決定：

平板、曲板、特殊曲板等の必要作業の異なったブロックの種類別に、造船所は過去のブロック重量に対する組立効率（m/工数）のグラフを記録し、維持管理しておく。これにより、対象となるブロックの組立接合長を見積もることで、以下の公式から作業量を計算する事が可能となる：

組立工数　＝　組立接合長　／　組立効率

必要な作業者数の決定：

必要となる作業者数の計算は、以下の公式から行う。

組立 ［人・日］ ＝　組立工数　／　作業日　×　8時間

利用可能な作業者数との調整：
　上記の公式で計算された 10 労働日単位でのトレード毎の作業者数を比較する。利用可能な労働者数を超過した場合には、作業の前倒しなどにより、作業負荷の平準化を行う。

４．９．３　調整

項目：
- 不適切な図面出図締切
- 不適切な資材納期
- 日程上に、日別の利用可能な定盤（work station）の数を示す。
  超過した作業を前倒しすることにより、定盤不足を解決する。
  定盤不足を解決できない場合には、予定されていた定盤外に作業を回す必要がある。
- 日程上に、ブロック置き場の数を示す。ブロック置き場が不足した場合には、
  必要によってはブロックを 2 段、3 段重ねで保管する計画を立てる。
- 他のプロセスレーンとの関連項目。ブロック毎の、部品加工の終了日、
  ユニット・ブロック艤装・塗装の時期と期間が必要となる。
  各ブロックの搭載日に間に合うかどうかの確認と調整。

調整：
　組立作業のシフト、必要なら組立作業期間の短縮

４．９．４　データ出力とその時期

　出力：　添付図 A-6 は組立の、添付図 A-7 は総組の日程である。

　時期：　搭載部門日程が出図された数日後に作成される。

４．９．５　更新と回復

更新：

　２ヶ月毎（定期）、もしくは搭載日程が変更された時

回復：

　この日程は作業進捗の監視に用られる。

　作業者の配分調整や、残業による調整は、月別日程にて行う。

４．１０　加工工場日程

４．１０．１　概要

　関係する作業フローは、図 4-15 に示した通りである。

目的：

　・図面の出図締切と資材納期の確認

　・最終 IHOP 日程の作成

　・加工に必要な作業者数の決定

　・作業進捗の確認と、月別日程の作成

要求物：

　・処理を行う鋼材量と、曲げ加工の必要な部品数

　（キープランを基にして、加工工場日程用に見積りを行う）

フレーム：

　対象：

　　加工作業が同時に進行している（全ての）船

　フレームサイズ：

　　加工／プロセスヤード／ブロック（※注）

　期間：

　　労働日単位で、６ヶ月後までの期間

※注：

　従来の方法では、加工部品はその形状の類似性によってグループ化されていた。その主な理由はスクラップ率の低減と切断効率の工場であった。この手法では、より早い時期に図面が必要となり、また加工後の部品もより長い期間保管されることになっていた。造船を全ての面から見ると、ブロック毎に部品をグループ化する方が、より効率的である。

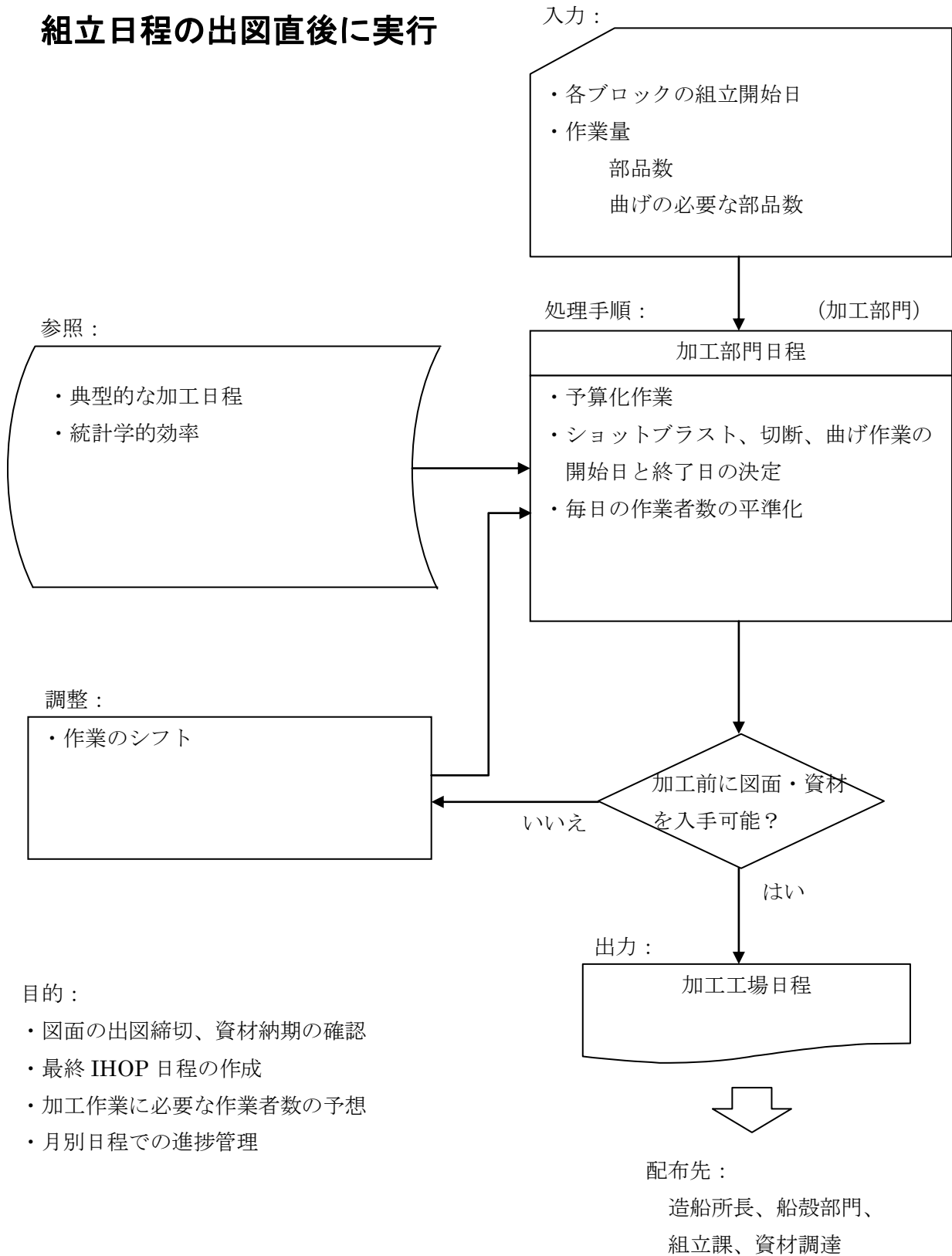



図 4.15　加工工場日程の作成フロー

４．１０．２　処理手順

部品加工作業予算の決定：

部品の種類（辺が平行な部材、平行でない部材、内構材、構造材、等）別に、またプロセスヤード別に、造船所は過去の部品数当りの加工能率（工数／部品）をグラフとして記録し、維持管理する。これにより、ブロック当りの部品数を見積もることで、ブロック毎に必要な加工作業量を以下の公式から計算する事が可能である：

加工工数　＝　加工能率　×　部品数

種類別の定盤（work station）の作業開始日と終了日の決定：

初期 IHOP 日程から、ブロック毎の部品の必要日を求める。

そして、造船所の記録から作成した典型的な加工日程を基にし、ブラスト処理、下塗り、罫書き、切断、曲げの各定盤での作業開始日と終了日とを見積もる

各プロセスヤードで必要となる日別の作業量を平準化する。

４．１０．３　調整

項目：

- 加工開始までに図面が出図されるように、図面出図締切を設計部門と調整する
- 加工開始までに資材を入手する為に、資材調達課と資材納期について調整する
- 工場や課のエンジニアと、加工後の部品置き場について調整する
- 資材入手後に開始され、小組開始前に終了するよう、他のプロセスレーンとも調整を行う

４．１０．４　データの出力とその時期

出力：

　添付図 A-6 と A-7 を参照。加工工場日程も同様である。

時期：

　組立日程の出図の数日後

４．１０．５　更新と回復

更新：

　2 ヶ月毎と、組立日程が更新された時に行われる。その際、図面出図と資材納期との調整を必ず行う事。

回復：

　この日程は作業進捗の監視に用いる。作業者の配分変更や残業等により、月別日程に従うように作業スピードを調節する。図面や資材が多少遅れた場合には、月別、週別、日別の日程を変更して回復を行う。回復不可能な程度の遅れが発生した場合には、必要に応じて船殻部門長に対し、より上位の日程を調節するよう要請する。

４．１１　月別日程（Manthly Scheduling）

４．１１．１　概要

　関係する作業フローは、図 4-16 の通りである。

目的：

- 作業者配分の決定
- トレード（trade）毎の、作業期間の配分
- 作業進捗の監視

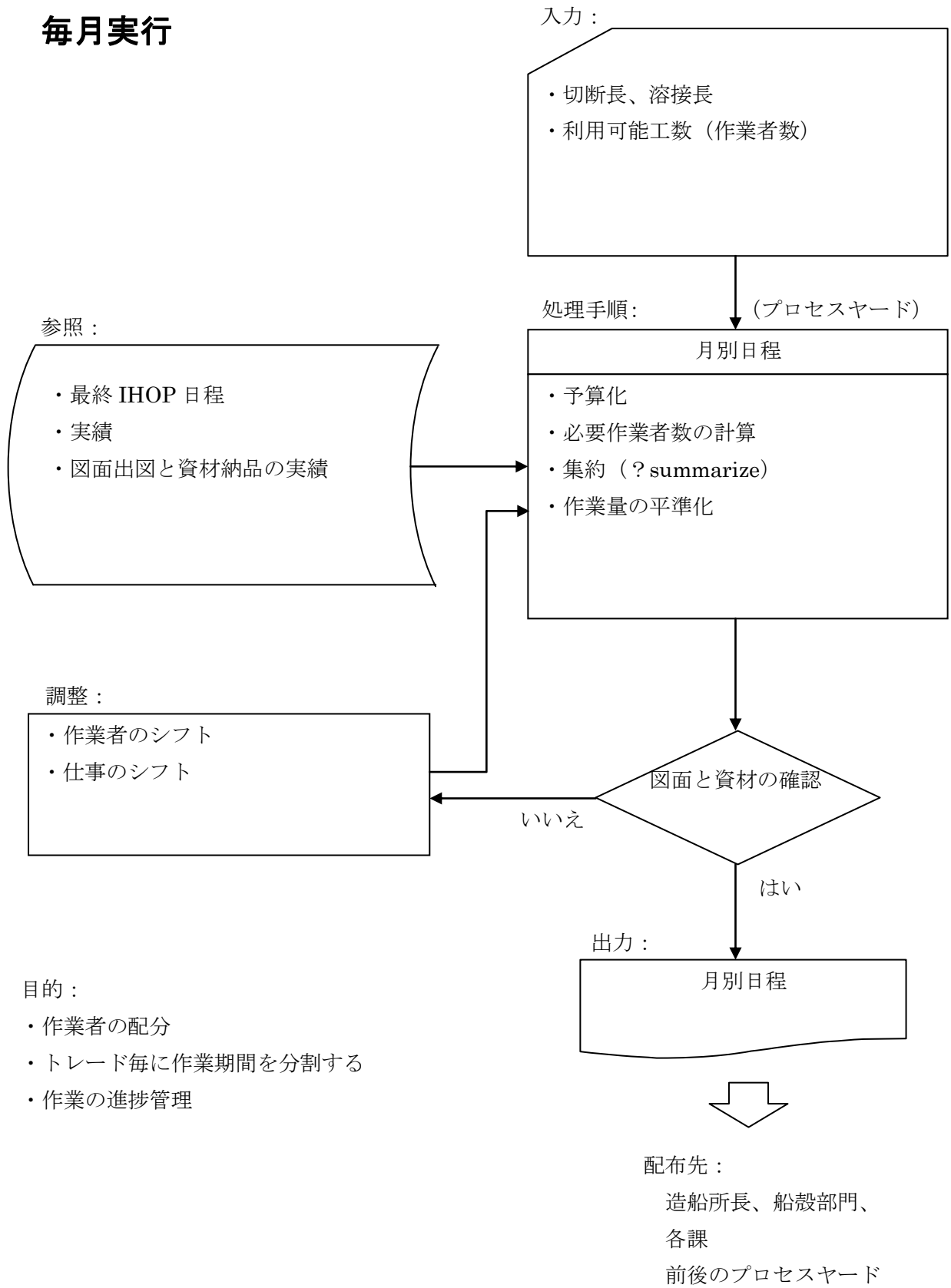



図 4.16　月別日程の作成フロー

要求物：：
　定盤毎の作業指示図等のステージプラン（予算工数が間に合わない場合には、工場日程の工数予算を使用する？？）

フレーム：

　取り扱われる対象：
　　同時に並行作業が行われている全ての船、ただし船毎に行われている搭載作業は除く
　フレームサイズ：
　　プロセスヤード／トレード
　期間：
　　労働日単位で、2ヶ月後までの期間

４．１１．２　処理手順

・工数予算の決定
・必要となる週別の作業量を、次の公式から見積もる：

作業者　[人／週]　＝　必要工数　／　週　×　８　×　（労働日数／週）

・各プロセスヤード、各トレードで利用可能な[人・週]と、必要な作業量とを比較する。
・作業者の再配分や、残業、下請けで作業量の平準化を行い、労働力不足を解決する

４．１１．３　調整

項目：
　・図面の出図状況のチェック。予定通り出図されない図面は、設計部門に確認を取る。
　・資材の入庫状況のチェック。納期に間に合わない資材は、資材調達課に確認を取る。
　・週別日程を左右している主要な工場／課の日程を基にして、プロセス定盤を確保する

調整：

・必要なら定盤間で作業者をシフトし、それでも足らない場合には
　プロセスヤード間でも作業者をシフトし、作業負荷が均等な日程にする。
・搭載日程は堅持しつつ、ブロックの組立順序を変更する
・搭載日程は堅持しつつ、半完成状態の中間製品を次のプロセスヤードで完成させる
　（利用可能な無作業時間（unassigned time）を使用して、作業の前倒しを進める）

４．１１．４　出力データと時期

出力：　付属図 A-8 を参照

時期：　毎月の 25 日

４．１１．５　更新と回復

更新：毎月

回復：

月末での建造状態や図面出図、資材納期等の状況を月別日程へ反映させる。必要に応じて作業者の再配分や残業を行い、影響が翌月以降に波及することを防ぐ。

４．１２　週別日程（Weekly Scheduling）

４．１２．１　概要

関連する作業フローは、図 4-17 に示した通りである。

目的：

・各種の作業に対して、作業者を配分する
・日程通りに作業が終了するかどうかの確認
・プロセスヤード内で行われるブロック艤装・塗装と、船殻作業の調整を行う。

要求物：：

・月別日程
・出図済みの図面の調査と確認
・入庫済みの資材の調査と確認
・予算工数

フレーム：

対象：

同時に作業が行われている全ての船。

ただし単一の船毎に行われている搭載作業は除く

フレームサイズ：

プロセスヤード／プロセス定盤／トレード

期間：

労働日単位で、2 週間後までの期間

４．１２．２　処理手順

作業に必要となる毎日の作業者数は、次の公式から計算する；

労働者数／日　＝　予算工数　／　（　配分した作業日数　×　８　）

・計算された毎日の必要作業者数と利用可能な工数とを、定盤毎、トレード毎に比較する。
・作業者の再配分や残業、下請けなどにより平準化を行い、労働力不足に対処する。

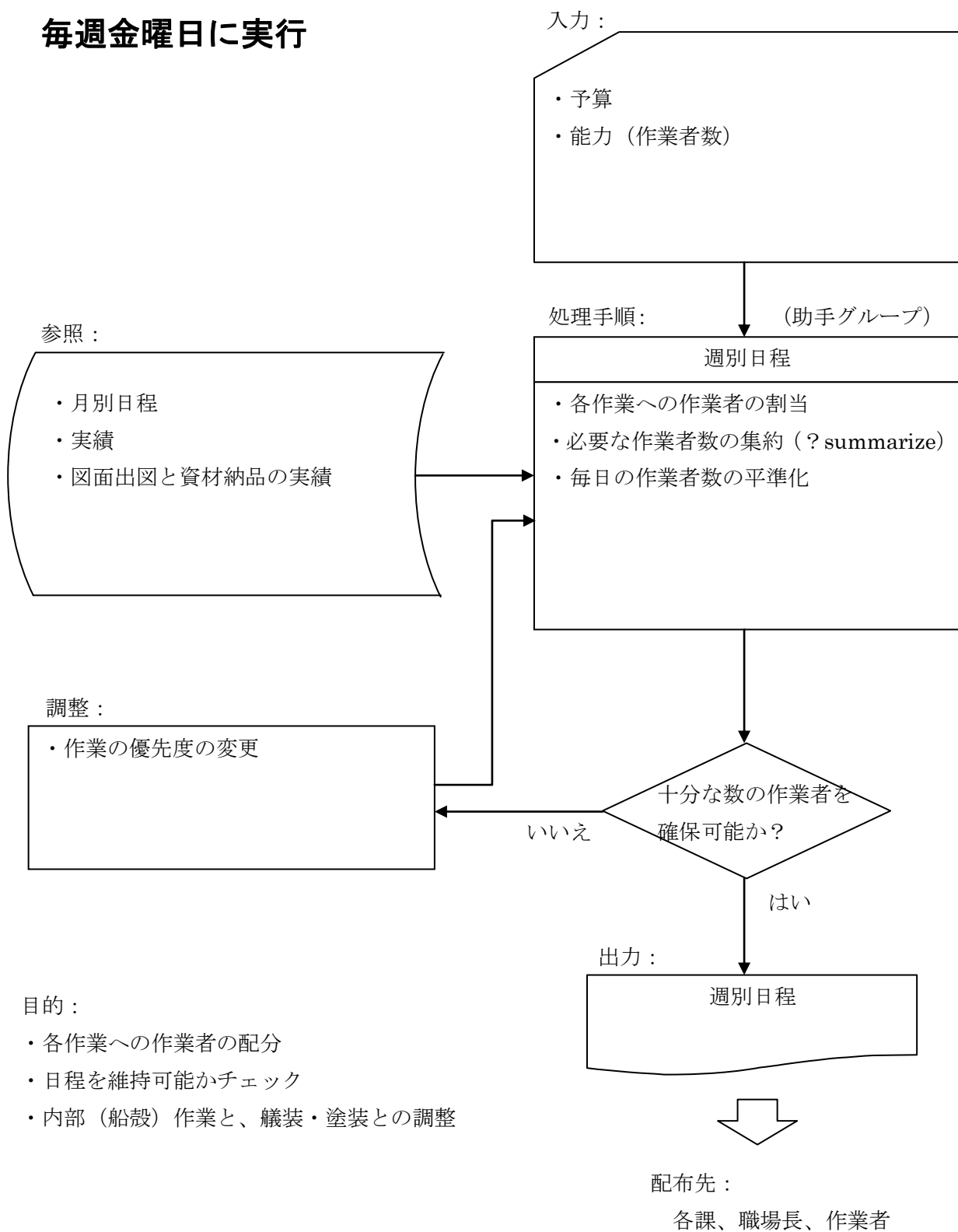



図 4.17　週別日程の作成フロー

４．１２．３　調整

４．１１．３に同じ

４．１２．４　出力データと時期

出力：付属図 A-9 を参照
時期：毎週金曜日

４．１２．５　更新と回復

更新：毎週金曜日

回復：
　週末の時点での、建造、出図、納品の実情（進んでいるか、遅れているか）を週別日程に反映させ、必要に応じて作業者の再分配や残業等により日程を維持し、次週以降に影響が出ることを防ぐ。

４．１３　日別日程（Daily Scheduling）

４．１３．１　概要

関連する作業フローは図 4-18 の通りである。

目的：
・作業者への、毎日の作業の割り振り
・ブロック艤装、塗装も含めた、進捗の調整
・図面や資材の利用可能状況に合うように、異種作業の順番を調整

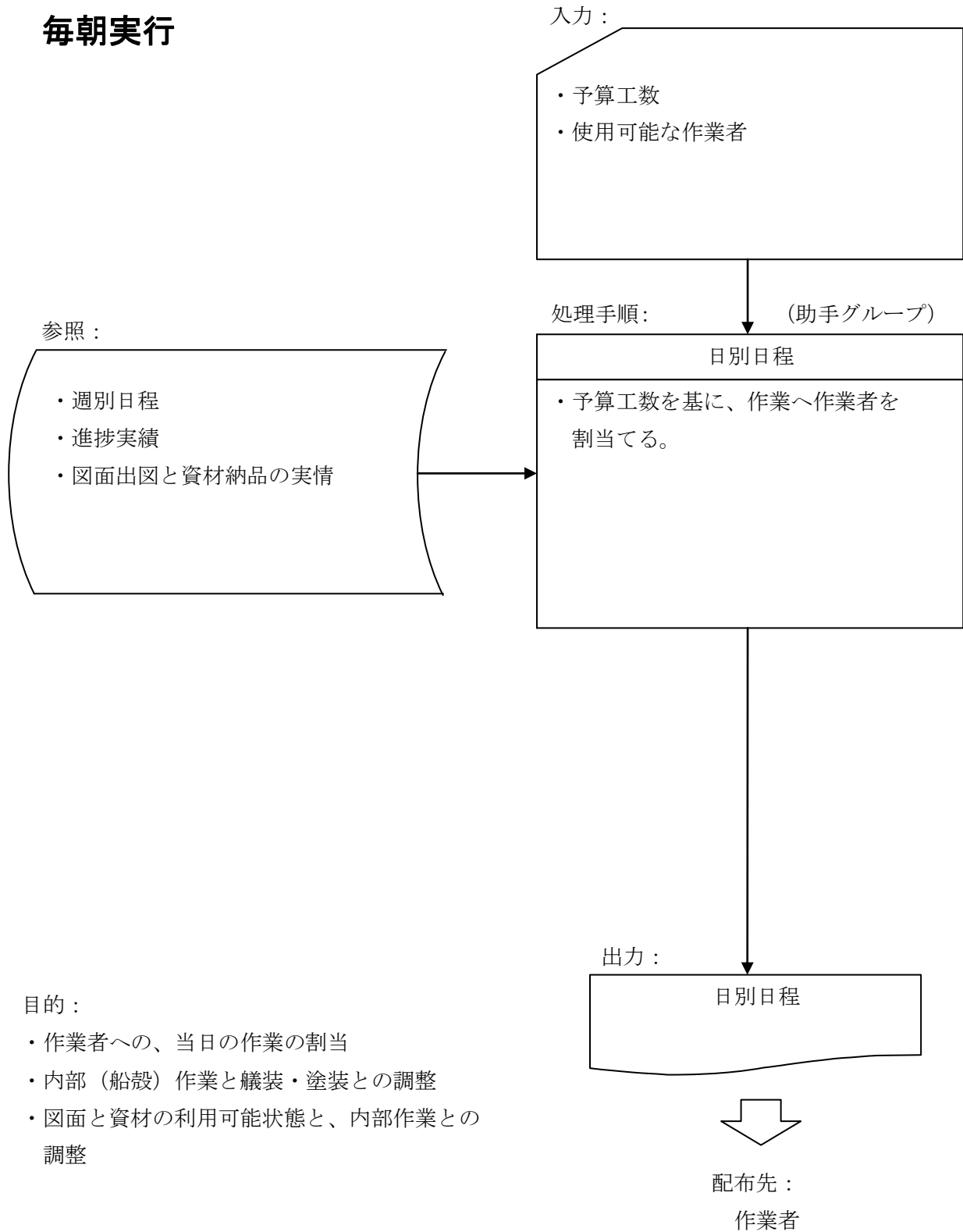



図 4.18　日別日程の作成フロー

要求物：：
　・承認済の予算工数
　・作業者名のリスト

フレーム：
　対象：
　　同時に作業が行われている全ての船、ただし単一の船毎に行われている
　　搭載作業は除く
　フレームサイズ：
　　プロセス定盤／トレード／作業者
　期間：
　　労働時間単位で、2日後までの期間

処理手順：
　・最終週別日程を基にして、各作業者にそれぞれの作業を割り振る

４．１３．３　調整

　４．１１．３に同じ

４．１３．４　出力データと時期

　出力時期は毎朝の仕事の掛り

４．１３．５　更新と回復

更新：毎朝

回復：
　前日の作業の進捗を調査し、作業者の再配分により、実行可能な改善を考慮する。この処理手順で遅れを回復できない場合には、助手は職場長に相談し、工場管理者に残業許可を要請する。

５．　区画艤装手法（Zone Outfitting Method）

５．１　概要

艤装の日程作成は、船殻や塗装だけでなく、艤装設計と資材調達とも関連した、統合的な仕組みである。艤装に適用されている柔軟な生産日程システム（FPSS、Flexible Production Scheduling System）は、第2章で記述されているように、フレーム日程手法、IHOP日程と進捗管理運用、分散的生産計画・日程作成・エンジニアリング、そして日程通りに利用可能な情報とリソースの、4つの支援要素にもまた同様に用いられているものである。

５．１．１　フレーム日程手法

日程フレームは、契約（この時点で既に艤装の日程作業は開始されている）から引渡に至るまで、大きなフレームから小さなフレームへと受け継がれ、それに従って精度が向上して行く。初期段階での艤装の日程作業は、加工開始（F）、起工（K）、進水（L）、引渡（D）の各主要節点間の期間で必要とされる大きなフレーム単位での、合計工数までの精度しかない。造船プロセスが進むに従いフレームは精度を上げ、パレット群から、終には1つのフレームがパレット単体と一致するに至る。それと同時に、工数の概算単位（？summary units）のフレームは、月、週、日のそれぞれに比例し、精度が上がる。

艤装の日程作業の目的には、以下の物がある：

・主要節点（F、K、L、D）の時期が、艤装にとって満足いくものかどうかの判断を行う
・必要となる、図面締切と主要資材納期の決定
・船殻と塗装と、艤装作業の調整
・艤装作業の詳細な日程作成

プロセスの進行に伴うフレームの精度向上は、設計の各段階とそれによる設計精度の向上と一致し、艤装、船殻、塗装の3つの異なる分野の日程作成目的を果たすように、組織化されている。

５．１．２　IHOP 日程と、進捗管理運用

IHOP 日程は、最適な適用範囲内において、船殻、艤装（ユニット艤装、ブロック艤装、搭載後艤装)、塗装の全てのプロセスを統合するものである。ブロック組立の時期と揚重能力とが許す範囲内において、ブロック艤装の量を最大にすることが、艤装の改善に繋がると考えられている。ブロック組立が間に合わなかったり、揚重能力が十分でない場合には、艤装はユニット艤装か、ブロック搭載後の艤装で、最適化を行わなければならない。完成した艤装ユニットをブロックに搭載するか、もしくはブロック搭載時の「天井の無い状態」で搭載を行うのである。

本質的に異なった種類の作業をピタリと組合わせる事により、密接な調整が行われる。

５．２　組織

4 つの支援要素を適切に達成する為には、伝統的な造船所の組織は、生産計画・日程作成・エンジニアリングを行うにおいて、余りに中央集権的である。権力の集中した組織では、日程の作成と監視の間の調整を十分に行うことが出来ない。これは、中央集権的組織では、計画と日程作成の担当者と、日程の実行によって動かされる作業者との間で、十分な情報交換を行えないからである。

図 5-1 は、計画と日程作成を各階層に委託する事により、権限を分散化した組織を示している。

生産を中心とした艤装部門は、製作（manufacturing)、取付（fitting)、運転（operation）のような、作業の課題範囲（problem area）によってグループ分けすることができる。効率の良い艤装部門においては、製作（manufacturing）は通常、管工場で行われるパイプ部品の生産のみであり、他の取付物は、全て外部のメーカーか、もしくは下請けから調達されている。取付（fitting、組立作業）は、甲板、居住区、機関、電気の艤装各課の生産ラインに沿って分割されている。運転（operation）は、特に主機システムやその他の大型機器システムの据付、起動（light off)、試験といった作業のスペシャリストが揃った課となっている。

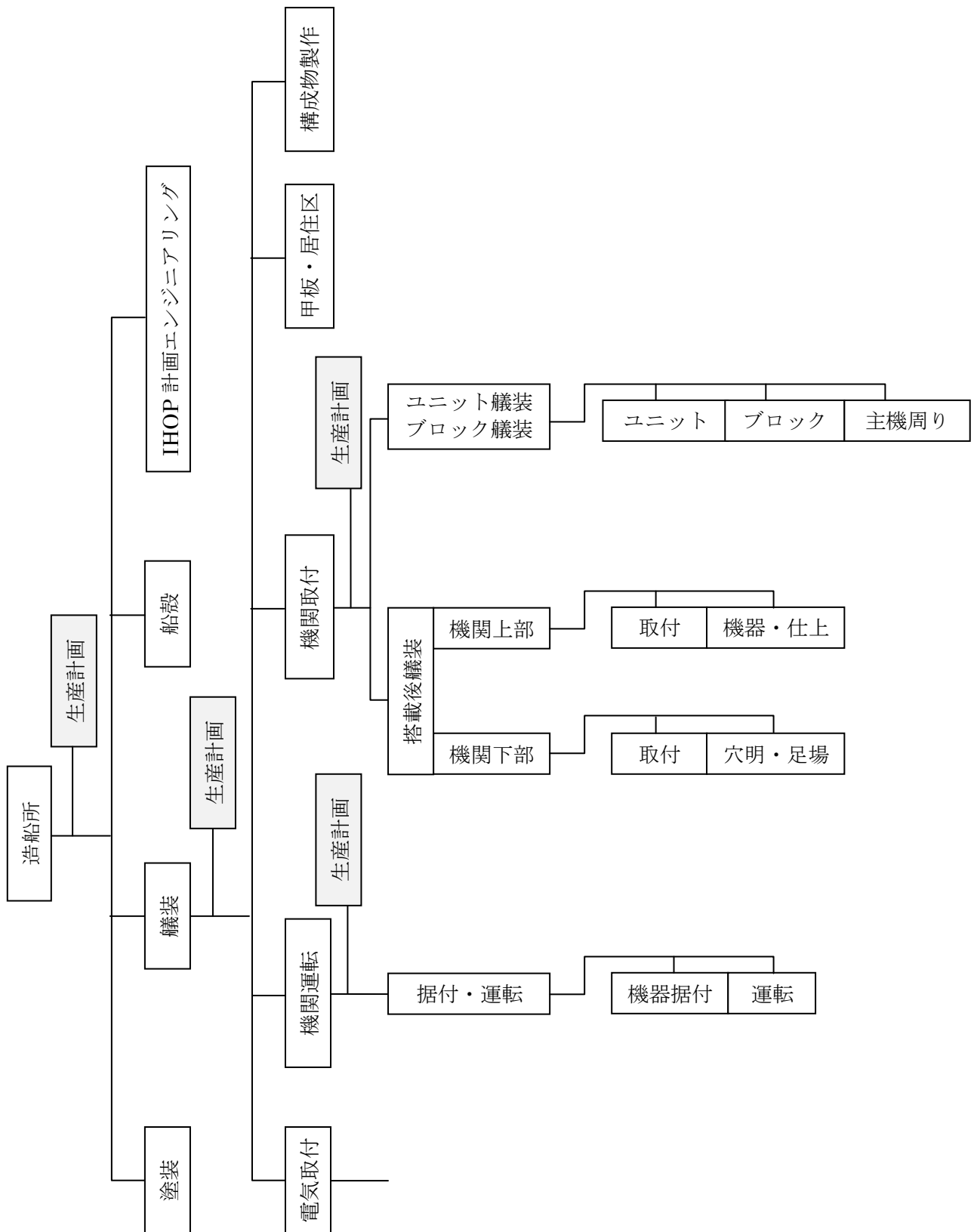



図5.1　艤装部門の組織モデル

図 5-1 を見るに、機関取付（Machinery Fitting）部門は、以下の職場長別グループに分割されている：ユニット艤装（on-unit、組立の 1 段階目）、ブロック艤装（on-block、組立の 2 段階目）、ユニット艤装の内の主機周り（engine casing）、搭載後艤装（on-board、組立の 3 段階目）。職場長別グループの内のユニット艤装とブロック艤装のグループは、更に助手グループのユニット艤装（組立第 1 段階目）とブロック艤装（組立第 2 段階目）とに分けられている。職場長別グループの搭載後艤装（on-board）は、機関甲板（？engine room flat）の上側と下側とに位置で分けられており、それぞれが更に取付、機器・仕上、穴明・足場といった助手グループへと分割されている。

運転課の職場長別グループは 1 つのみであり、据付（主機の搭載と調整）と運転の助手グループに分割されている。系統中心的な課であるこの運転課を、機関取付課（Machinary Fitting Section）から分離することで、艤装各課の全てが混在する区画別の所掌へと調和され、そして造船作業の最終段階で、また系統別へと戻ってくるようになっている（相当に意訳）。甲板と居住区、電気には独立した運転課が存在しておらず、それぞれの艤装各課が担当している。

５．３　フレーム日程手法

艤装部門での日程の作成は、図 5-2 のような流れで行われている。図 5-1 のように、生産エンジニア、職場長、そして助手は、図 5-3 の表で説明されている彼らそれぞれのフレームで日程を作成する。艤装部門は、船殻部門と同じく、加工開始、起工、進水、引渡によって定義されたフレームを境界としている。更に艤装の日程は、資材や設計、船殻、塗装で作成された日程と調整をおこなわなければならない。特に、ブロック艤装の日程を作成する為に、調整は必須である。

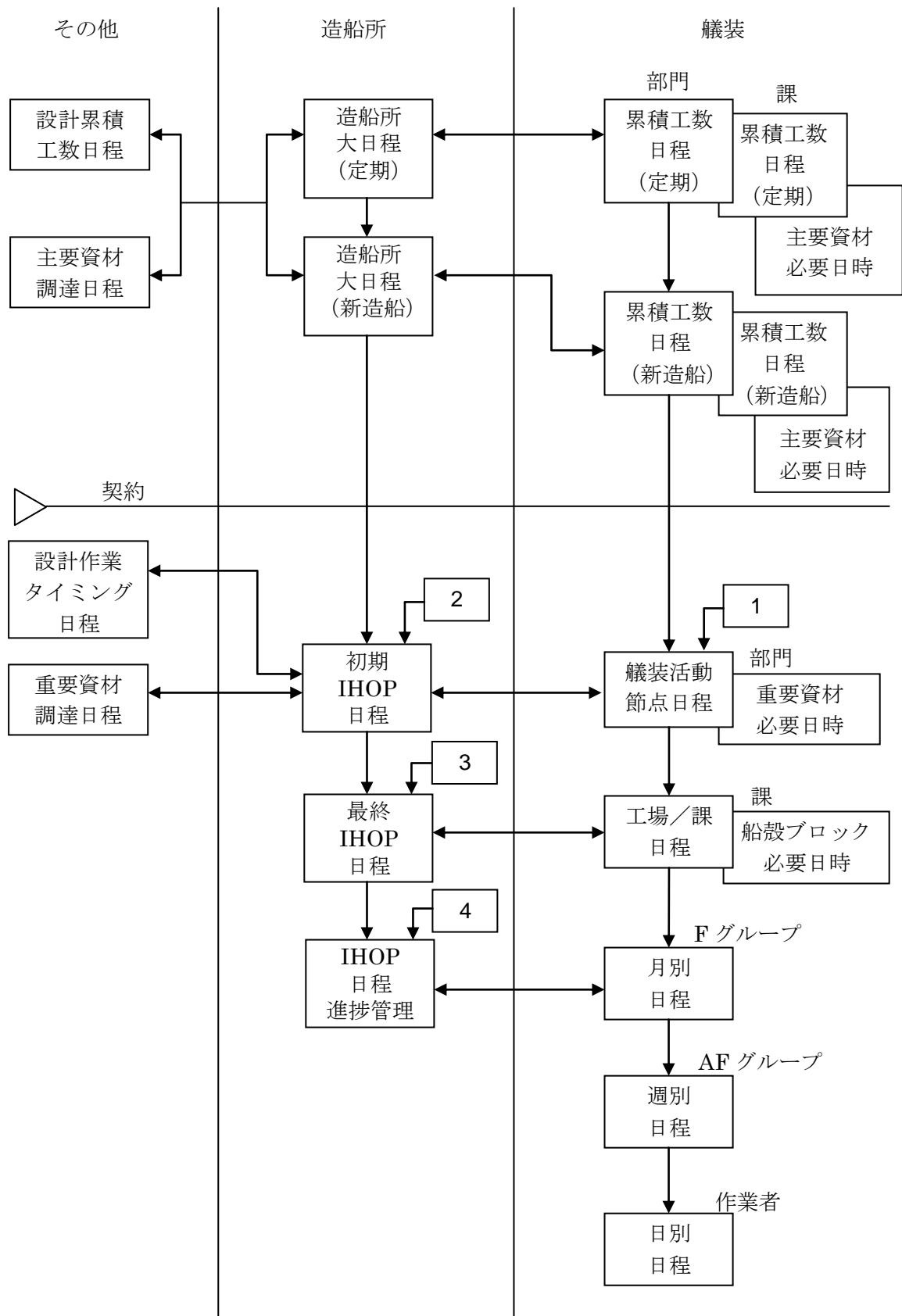



図 5.2　艤装日程作成の流れ

1 は仮搭載日程、2~4 は同階層の船殻日程からの入力を示している

フレーム 日程	時間		作業量指標			所掌
	期間	更新頻度	概算単位	概算期間	パラメータ	
部門または工場／課の累積工数日程	部門： 3年 工場/課 1.5年	部門： 3ヶ月毎 工場／課： 6ヶ月毎	加起進引／船／部門 or 工場／課	1ヵ月	S曲線	部門長または課長
艤装作業タイミング日程	建造期間	無関係	区画グループ／船	無関係	PCW（予算管理表）	部門長
課 日程	1年 ／船	K-7（初期 K-3（最終	プロセスヤード／フレーム化区画／船／課	10労働日	PCW と特別システム（粗）技能毎の数	課長
月別日程	2ヶ月 ／全船	毎月	パレット／プロセスヤード	5労働日	PCW と特別システム（詳）技能毎人数	職場長
週別日程	2週間 ／全船	毎週	パレット／プロセスヤード	1日	技能毎人数 作業者名	助手
日別日程	1日 ／全船	毎日	パレット／プロセスヤード／技能（craft）	1時間	作業者名	作業者

図5.3　区画艤装の日程フレームの詳細

プロセスヤードは、ユニット艤装、ブロック艤装、搭載後艤装の3つを意味している。
PCWは換算構成物重量（parametric component weight）
K-7、K-3は加工開始の7ヵ月前、3ヶ月前。
IHIは、区画艤装の熟練度が向上したことから1975年頭から月別日程を廃止している。
一方で船殻では、よりスムーズなワークフローが必要である為、月別日程はそのままである。

５．３．１　作業フロー

　艤装の日程作成フローは、４．２．１に書かれた船殻のフローと同じである。

　艤装における前倒し日程コンセプトを実現する為に、ユニット艤装とブロック艤装は、仮の搭載日程に示されているブロック毎の搭載日時と調整を行わなければならない。また、ユニット艤装とブロック艤装は、初期 IHOP 日程を通じて、設計作業タイミング日程と重要資材調達日程とも調整を行わなければならない。

　ブロック搭載日から後の搭載後艤装（on-board、ブロック搭載後（船台上、艤装岸壁）の艤装）作業では、艤装課と塗装課との間で調整を行わなければならない。海上公試を含む進水後の運転作業は、船の引渡日から前倒で日程を組む必要がある。ブロック搭載から引渡までの間の作業は、最終的にどちらものグループの作業が重なり合わないように、前から後へ、後から前への両方向から日程を調整しなければならない。このコンセプトは図 2-4（フレーム日程手法（FSM）の論理モデル）のモデルで説明されている。

５．３．２　フレーム

　連続した建造作業を構成する作業と時間のフレームは、図 5-3 の通りである。この図は、建造作業が進むに従い、大きなメッシュから小さなメッシュへと、フレームが連続的に洗練されて行く様子を表している。フレームレベルの進行と共に次々と出図されてゆく最新の図面と資材リストから、より精度の高い作業量が計算されることで、日程もより精度の高いものへと洗練されて行くのである。こうして、契約時には仮定義であったパレットが、設計が最終段階を迎える頃にはパレット会議で最終決定されたものへと変わるのである。ここに至り、艤装各課の設計エンジニアと生産のエンジニアは、パレットの定義において深い同意に至るのである。

　特定の艤装作業で用いる完全な素材セットであるパレットは、船殻におけるブロックと同等のものである。生産作業分割（product work breakdown）の中で、パレットとブロックは共に、区画／課題範囲（problem area）／ステージとして定義されている。

５．４　累積工数日程（定期）

５．４．１　概要

関連する日程作成フローは、図 5-4 の通りである。

目的：

・契約された、もしくは契約予定の船に配分された予算工数と、艤装部門で利用可能な工数と合っているかどうか、造船所大日程を確認する
・新たな引合を行う営業担当者に、利用可能な生産能力についてのデータを提供する
・長期的な視野での、利用可能な工数の調整を行う
・船殻、艤装、塗装の各部門の積上工数の長期的な視野での調整を、造船所長が行う材料とする

要求物：

・造船所大日程
・艤装の予算工数

フレーム：

・対象：契約、もしくは契約予定の全ての船
・フレームサイズ：船／艤装
・期間：月単位で、3 年後までの期間

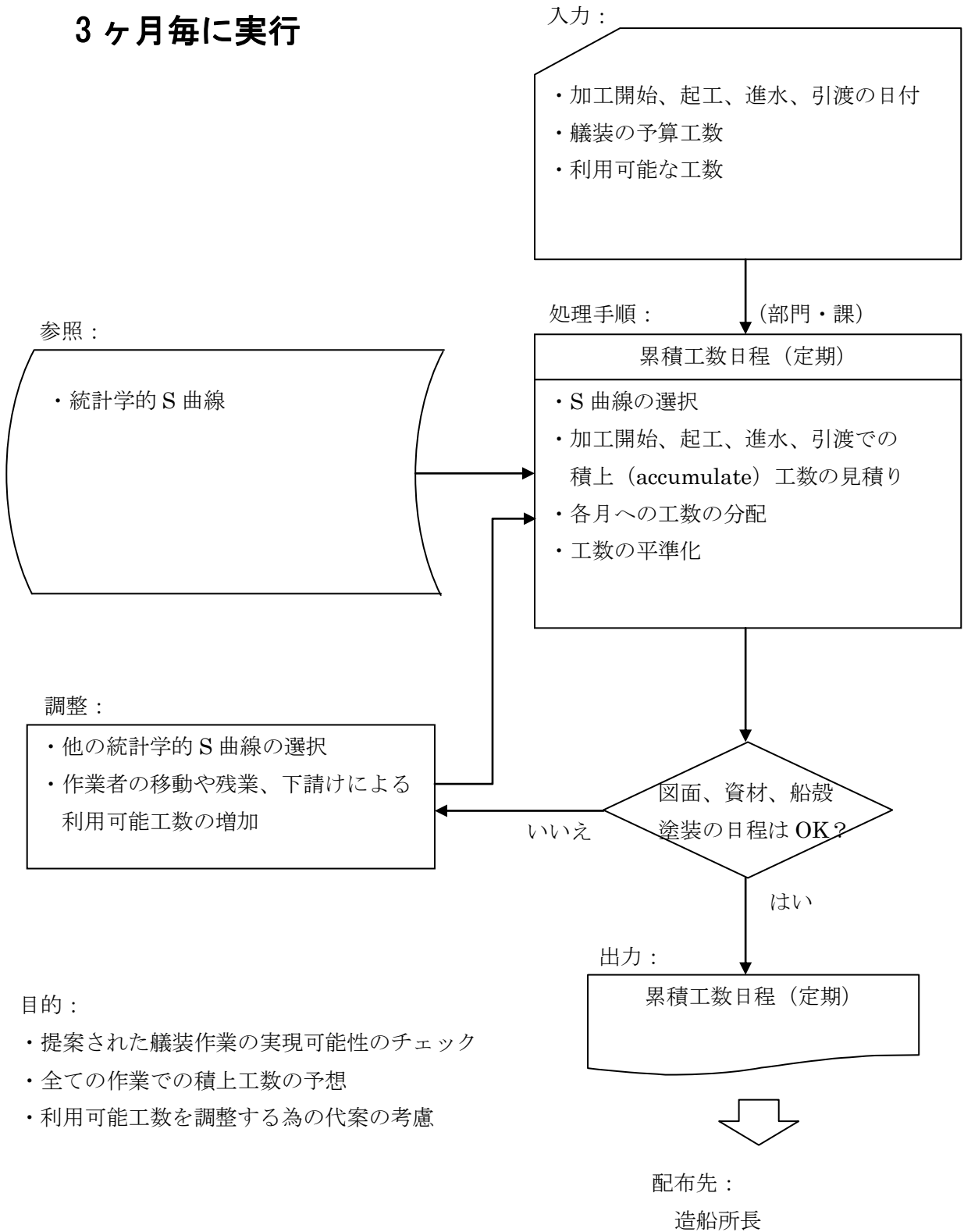



図 5.4　累積工数日程（定期）の作成フロー

５．４．２　処理手順

・造船所で過去に建造した同型船のデータから、建造環境が最も近いと思われる
S 曲線を選択する。

・選択した S 曲線から、各主要節点での積上工数を、以下の計算式から決定する：

$$pi = Hei / Hb$$

p：各主要節点での積上工数の割合（%）
i：起工、進水、もしくは引渡
Hb：総予算工数
Hei：各主要節点での積上工数

・造船所長が提案する、対象船の起工、進水、引渡の各日時を重ね合わせ、(各主要節点での割合が）同じ割合になるように対象船の S 曲線をプロットする。

・対象船から、月別の工数配分を求める
（？数学の導関数とある。S 曲線を微分して配分を行うということ？）

・月別配分された対象船の工数を、全ての契約済船・予定船の作業工数の入った月別工数配分に折り込む。そして利用可能な月別工数との比較を行い、契約された引渡日の制限内で作業日時をシフトすることにより、超過ピークを平準化する。もしくはピークを残したまま、それに対応する為の新しい工数を確保する。もちろん、適用される解決策は造船所長によって選択されたものでなければならない。

５．４．３　調整

必要な工数と予算工数との差を無くす為に、以下のような調整が行われる。

・別の S 曲線の選択
・以下の方法で利用可能工数の増大を図る：
　残業の設定
　船殻から艤装への作業者の移動

それでも工数が足らない場合には、造船所長は主要な節点日時を移動しなければならない。これには船主との更なる交渉も必要となる。

５．４．４　出力データと出力時期

出力：添付図 A-1 を参照。これと類似している。

時期：毎月

５．４．５　更新と回復

更新：通常は１ヶ月毎に行われる。

回復：無関係

５．５　累積工数日程（新造船）

５．５．１　概要

関連する日程作業フローは図 5-5 の通りである。

目的：

- 特定の新しく契約された船の、加工開始、起工、進水、引渡の日程を、
  造船所大日程上で決定する。
- 艤装日程の為に、累積工数を提供する

要求物：：

造船所大日程（定期）から求められた、主要節点日時の見積り

資材予算管理表から求められた作業量データ

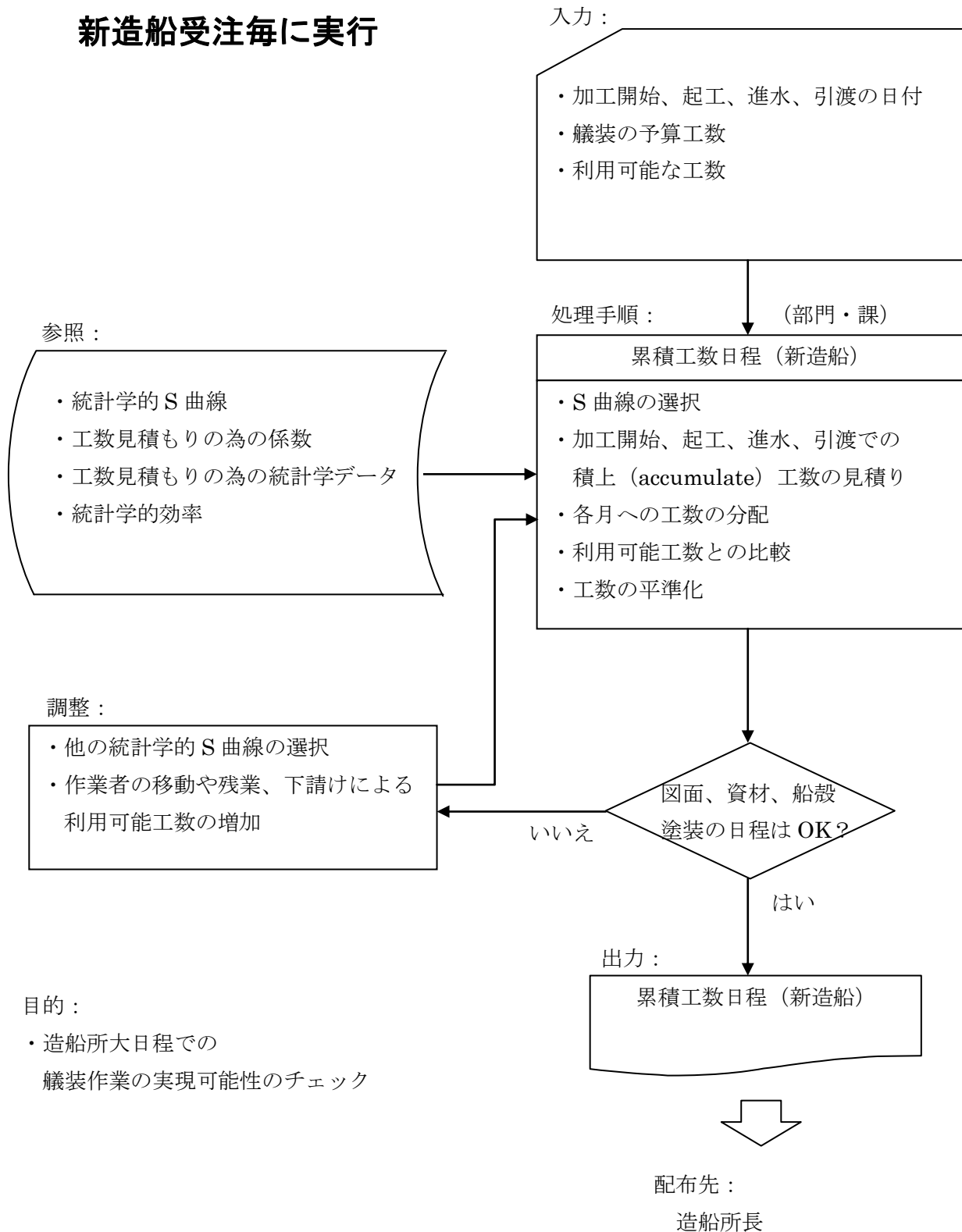



図 5.5　累積工数日程（新造船）の作成フロー

フレーム：
・対象：特定の船
・フレームサイズ：部門・工場／各階層での担当課
・期間：月単位で、加工開始から引渡までの期間

５．５．２　処理手順

５．４．２に同じ

５．５．３　調整

５．４．３に同じ

５．５．４　出力データと出力時期

出力：添付図 A-1 を参照。これに類似したものである

時期：造船所長に指示された時

５．５．５　更新と回復

更新：
新しく契約が為された際に行われる。定期の累積工数日程の作成時期と重なる場合には更新されない。

回復：
回復は定期の累積工数日程で行われる。５．４．４を参照。

５．６　主要資材要求日程（Major Material Need Dates Scheduling）

５．６．１　概要

　主要資材は、起工、進水、引渡といった主要節点に大きな影響を与える可能性がある物品である。この主要資材には、主機、鋳造品、主配電盤、制御コンソール等の、全てではないものの多くが含まれている。関連する日程作成フローは、図 5-6 の通りである。

目的：
　早期段階において、主要資材の調達命令に必要となる日時を決定する。こうした主要資材は長期のリードタイムが必要であり、建造日程全体を通してクリティカルパスを形成している。

要求物：：
　造船大日程

フレーム：
・対象：主要資材
・フレームサイズ：個々の主要資材／船
・期間：10 日単位

５．６．２　処理手順

　以下のような手続きが行われる：

・主機とその関連構成物
　主機の搭載時期は型式によって変化する為、進水前に主機と主機台とが搭載されるかを確認する必要がある。近い型式の主機の過去記録を確認し、軸心見透し作業に間に合うように、主機の搭載開始時期と搭載期間とを決定しなければならない。このような情報から、主機とその付属品の必要日時を決定する事が出来る。

・過去の進捗実績から、資材が必要な日時を見積もる

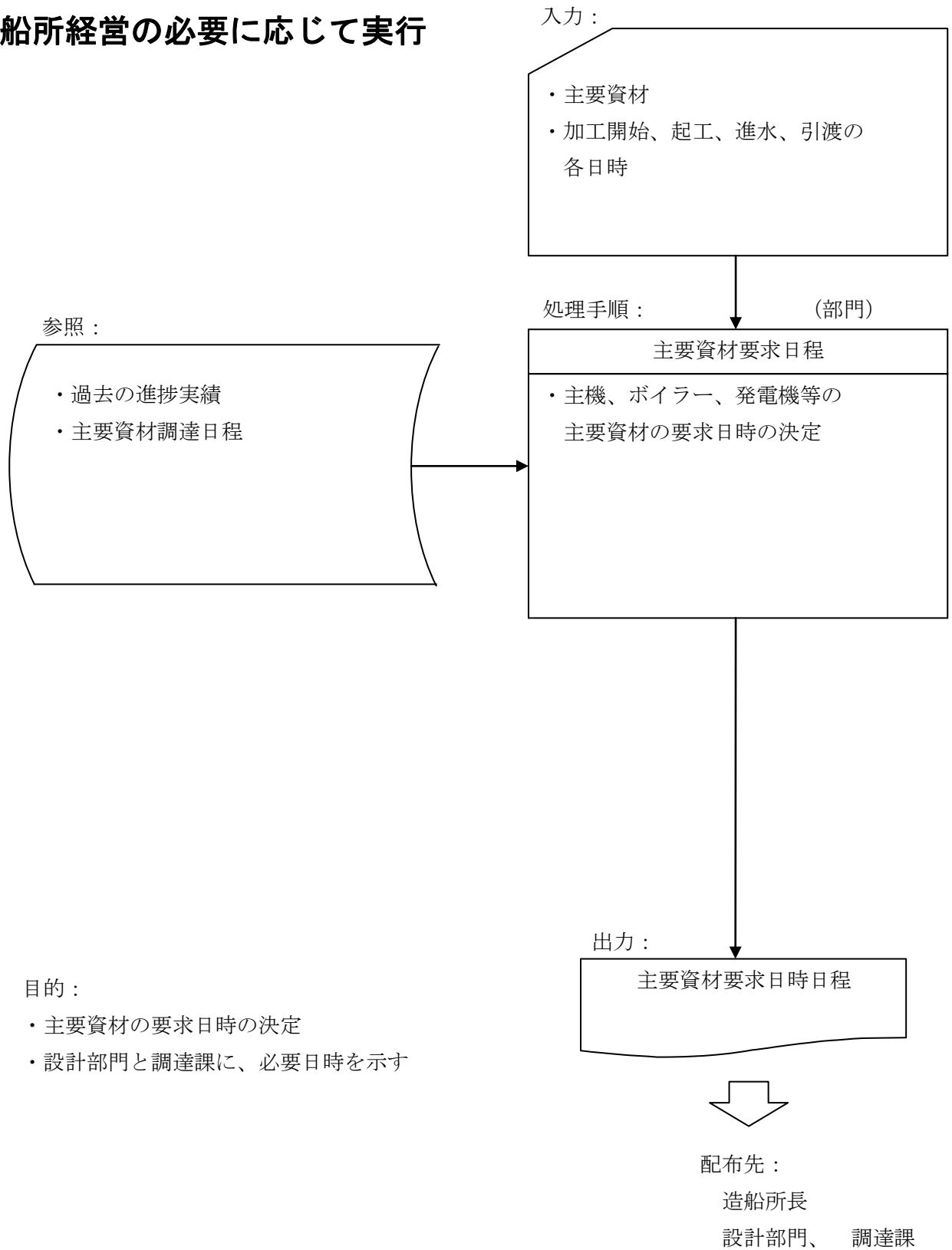



図 5.6　主要資材要求日時日程の作成フロー

５．６．３　調整

　生産管理部門は造船所長に代わり、設計部門と調達課との間で主要資材の要求日時の調整を行う。極端な場合には、進水後に主機が搭載されるような日程となるかもしれないが、そうした場合であっても造船所大日程の主要節点は変更されない（？ピンとこない）。

５．６．４　出力データと時期

出力：
　付属図 A-13 を参照。これは主要資材に通常用いられている物に近いが、より詳細である。

時期：
　契約前の、造船所長から要求があった時

５．６．５　更新と回復

更新：造船所大日程に変更があった時のみ

回復：無関係

５．７　艤装作業タイミング日程（Outfitting Activities Timing Scheduling）

５．７．１　概要

　関連する日程作成フローは、図 5-7 の通りである。

目的：
・ある特定の契約済の船での艤装作業の開始日・終了日を、区画（zone）毎、
　階層（level）毎に決定する為に必要となる、大フレーム日程の作成

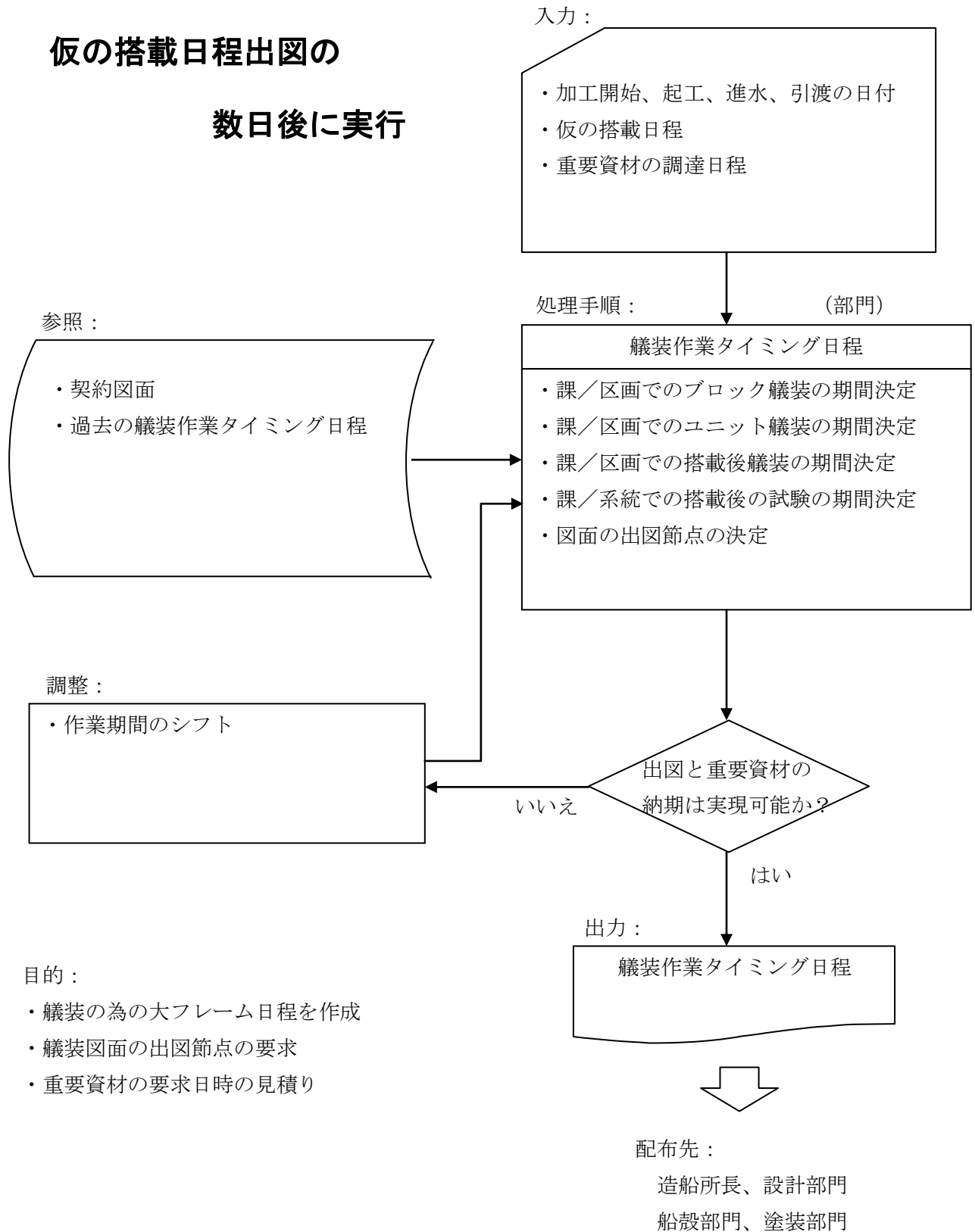



図 5.7　艤装作業タイミング日程の作成フロー

・個々の区画・階層で行われる艤装作業の時期に間に合うような、設計部門の図面の締切を決定する。

・艤装に必要な重要資材の要求日時を決定する

要求物：
・造船所大日程（新造船）
・初期ブロック分割図
・重要資材要求日程

フレーム：
・対象：特定の船
・フレームサイズ：部門／区画／階層
・期間：月単位で加工開始から引き渡しまで

５．７．２　処理手順

課／区画毎のブロック艤装の開始日、終了日の決定：

・以前建造した類型船から、ブロック艤装日程を選び出す。合う日程が無い場合には、一般配置図と初期機器配置図を研究する事で、特徴の似たブロックを選択する。
・各課／区画毎に、ブロック艤装を開始するブロックと終了するブロックを、仮の搭載日程から選択する。この作業は、各課で行う。
・上で選んだ、各課における開始・終了ブロックの間での、ブロック艤装作業に必要な期間を、過去に建造した類似の作業を参照しつつ、決定する。
・最初のブロックの搭載日から後ろへ、ブロック艤装とブロック塗装とに必要な期間前倒しする事で、ブロック艤装とブロック塗装の作業開始日を決定する。
・同様に、最後のブロックの搭載日からブロック塗装に必要な期間だけ前倒しし、ブロック艤装の終了日を計算する。

各課／区画毎に、ユニット艤装作業の開始日と終了日とを決定する。過去建造した類似船のデータを利用し、日時を変更して目的の船へ対応させる。

各課／区画毎に、搭載後艤装の作業開始日と終了日とを決定する：

・開始日：
　各区画で、最初に搭載されるブロックの日時を仮の搭載日程から拾い出し、
　このブロックの搭載後の溶接が完了した日を、開始日とする。
・終了日：
　全ての区画での搭載後艤装の一般的な終了日は進水日である。ただし、上部構造物については例外で、これらの区画の艤装終了日は、試験開始日の直前となる。

過去に建造された類似船の統計学的データから、試験の開始日と終了日とを見積もる。

生産を行う工場／課でのリードタイムを後ろ倒しすることで、各課／階層（製造と組立）での、資材表（MLF、MLC、MLP）が必要な日時を決定する。
設計部門に、この必要日時を連絡する。

５．７．３　調整

調整に必要なもの：

・図面出図締切：
　加工に必要となる日時までに図面が出図されるかどうか確認する
・重要資材の納期：
　組立で必要となる日時までに重要資材が入手可能か確認する
・必要な作業施設の確保は、ここでは不要
・他の生産プロセスレーン：
　船殻・塗装と調整し、それまでの船殻組立・搭載、ブロック塗装、搭載後塗装の
　期間と節点とを最終決定する

５．７．４　出力データと出力時期

出力：添付図 A-10、A-11、A-12 を参照

時期：仮の搭載日程が作成した数日後

５．７．５　更新と回復

　どちらもここでは無関係

５．８　重要資材要求日程

５．８．１　概要

　重要（important）資材は、起工、進水、引渡といった主要節点に、それ程大きな影響までは及ぼさないレベルでの、重要な物品である。このように、重要資材には、主機、鋳造品、主配電盤、制御コンソール等の内の、入手の容易な物が含まれている（主要（major）資材との区分けが今一つ不明瞭)。関連する日程作成フローは、図 5-8 の通りである。

目的：
　早急に注文すべき重要資材の要求日時を準備し、設計部門と調達課に重要資材の
　調達日程を渡す

要求物：
- 造船所大日程（新造船）
- 初期ブロック分割図
- 仮の搭載日程
- 一般配置図
- 居住区配置図（？Cabin Plan）
- 初期機器配置図
- 資材表

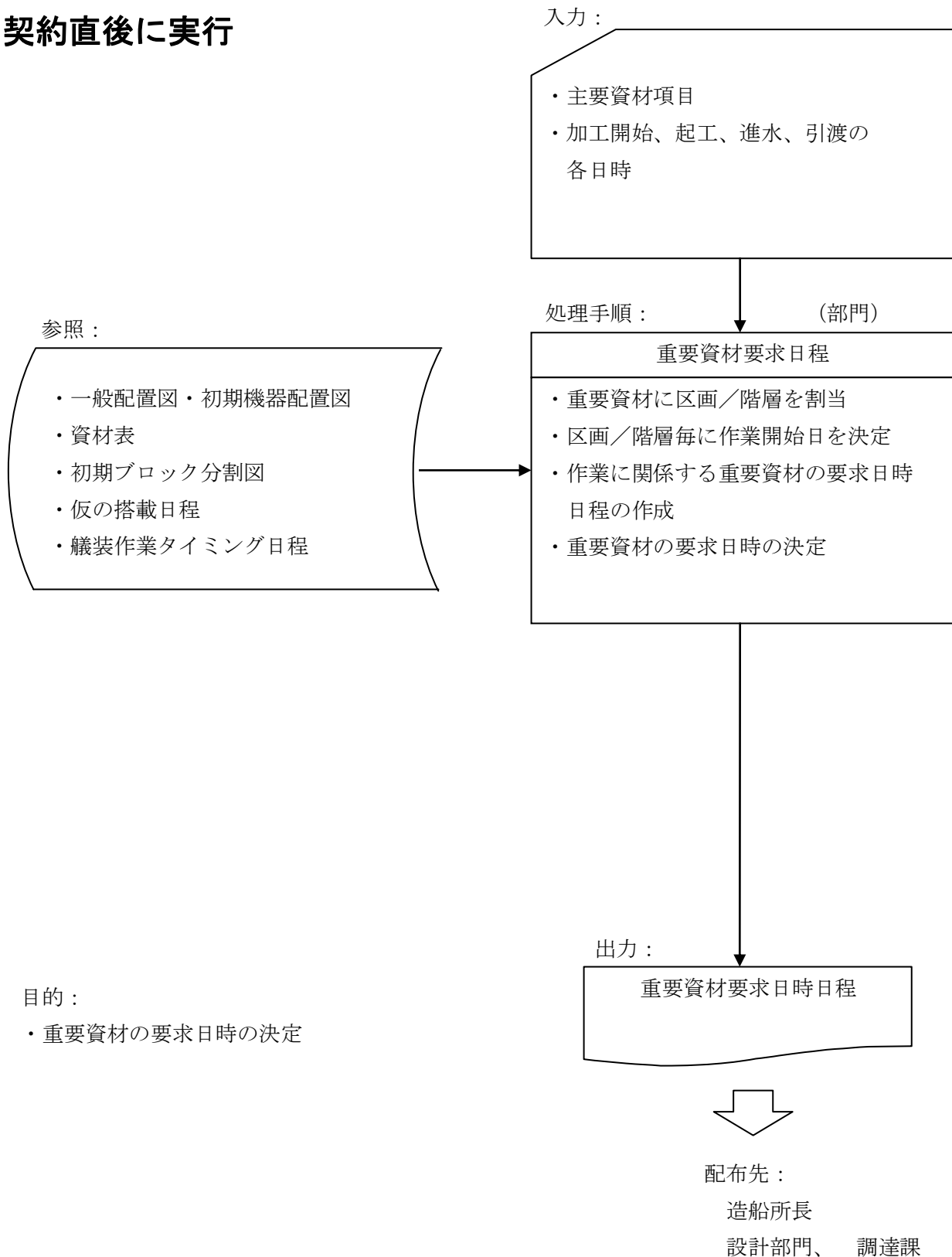



図 5.8　重要資材要求日時日程の作成フロー

フレーム：
・対象：特定の船に艤装する重要資材
・フレームサイズ：個々の重要資材／船
・期間：10 労働日単位で加工開始から引き渡しまでの間

５．８．２　処理手順

・一般配置図・初期機器配置図、仮ブロック分割図を調べつつ、区画／階層毎に
　重要資材を並べる。
・艤装作業タイミング日程の各区画／階層での異種作業の開始日を決定する。
・重要資材要求日程の草稿を作成する
・重要資材要求日の決定とリスト化を行う：

　主機やシャフト、舵軸、ボイラー、発電機、主配電盤、機関室コンソール、操舵室コンソールといった、直接船台上で搭載を行う資材（こうした資材は青空搭載（blue sky）を行い、ユニット艤装やブロック艤装は行わない）は、造船所大日程で提示されている節点と仮の搭載日程とが両立するように、機器の必要日時を決定する

　ユニット艤装・ブロック艤装で取付けられる重要資材（ポンプや熱交換器、バラストシステム操作バルブ等）は、それぞれの区画／階層の関連作業の開始日に合うように、機器の必要日時を決定する。

５．８．３　調整

　必要ならば、生産管理部門が造船所長に代わり、艤装部門と設計部門、調達課との間の、重要資材の納期の調整を主導する。

５．８．４　出力データと時期

出力：添付図 A-13、A-14 を参照

時期：契約成立後、直ちに

５．８．５　更新と回復

　どちらも無関係

５．９　初期搭載後艤装日程（Preliminary On-board Outfitting Schedule）

５．９．１　概要

　関連する日程作業フローは図 5-9 の通りである。

目的：
　・甲板、居住区、機関、電気の艤装各課に対して、搭載後艤装（On-board Outfitting）の実行と、最終的な搭載後艤装日程・内作する艤装構成物の製作日程・ユニット艤装日程の作成に、それぞれ必要な情報を準備する。

　・艤装に必要な構成物の納期の遅れをチェックする

要求物：
・艤装作業タイミング日程（Outfitting Activities Timing Schedule）
・初期搭載日程
・初期ブロック分割図
・構成物図面（Composite Draft）
・重要資材要求日時

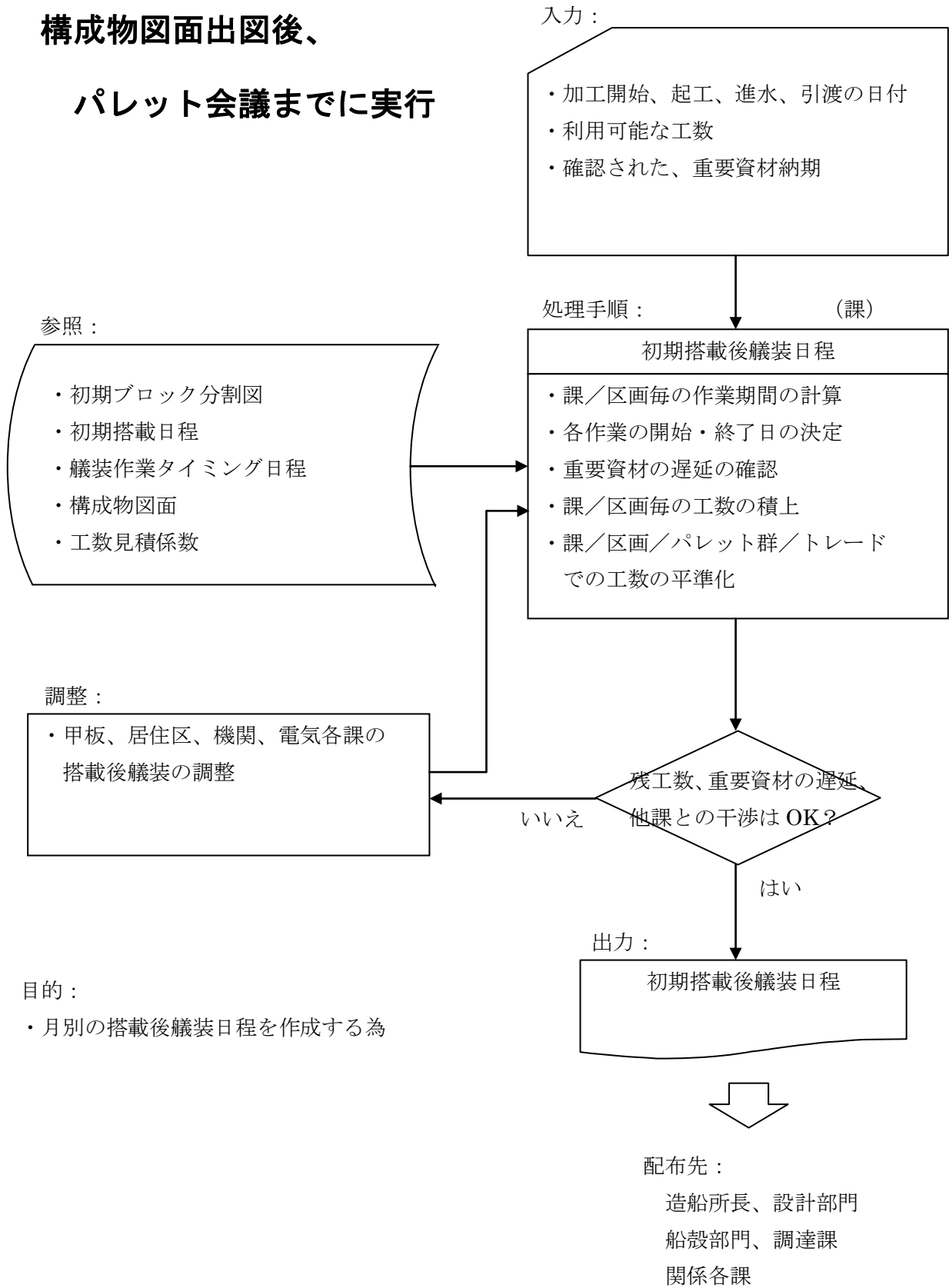



図 5.9　初期搭載後艤装日程の作成フロー

フレーム：
・対象：特定の契約された船
・フレームサイズ：課／系統
・期間：10 労働日単位で加工開始から引き渡しまでの間

５．９．２　処理手順

・課／区画毎の作業間に必要となる時間間隔の計算
　・構成物図面（機器配置図の上に描かれた転換図（設計→生産への転換を行う
　図面らしい）もしくは交通路図も含む）から求められた構成物換算重量から、
　必要な工数を見積もる。
　・艤装に必要な期間の計算
　　（艤装作業量に関係した物量として最も用いられているのは重量である。重量にはパラメトリックなものと、そうでないものとがある。パラメトリック重量とは、重量が完了すべき作業と十分に関連しており、作業を完了する為に必要な工数へと変換するパラメータとして用いる事が可能であるということである。非パラメトリック重量は、主機や発電機のような大型の機器に使用され、そうした物品は、別個の作業パッケージとして扱われている）

・各作業の開始日と終了日を決定
　各作業の開始日と終了日は、既に艤装作業タイミング日程で指示されている。この日程は、仮の搭載日程を基にして作成されている為、もしも関連する日にちが初期搭載日程と異なる場合には、開始日と終了日とを更新する必要がある。

・重要資材の納期に遅延の兆候が無いかチェックする

・10 日単位で、課毎、トレード毎に、工数を積み上げる

・見積もられた工数のピークを平準化する：
　・課毎、トレード毎に平準化を行う
　・平準化の際に、一つの課／区画内にある複数トレード間の、作業順序の変更も
　厭わない事
　・工数の平準化は 10 日単位で行う
　・見積り工数と利用可能工数の間に発生した偏差に関係する部門長に対して、報告書

をまとめる。大きな偏差が報告された場合には、日程の変更も必要となる。

・工数の積上に用いているＳ曲線は、変更しない

・この時点では、艤装作業タイミング日程に含まれているブロック搭載後の試験に関する日程の変更の必要は無い。

５．９．３　調整

艤装部門長は、主機や上部構造物の搭載といった、各課の間で相互に関係する節点の調整において、主導的役割を負う。パレット会議（pallet meeting）は、甲板、居住区、機関、電気の各設計グループと共に開催され、初期搭載後艤装日程での、パレット毎のパイプ一品図や製作図、作業指示図の必要日時の調整を行う。

５．９．４　出力データと時期

出力：

付属図 A-15 を参照。初期搭載後艤装日程は、この A-15 で示された日程と似ているが、これほど精密ではない。

時期：構成物図面が出図された後、パレット会議に間に合うように作成する

５．９．５　更新と回復

更新：

造船所大日程に変更が無ければ必要ない。パレット会議の結果から必要となる変更は、最終搭載後艤装日程（Definitive On-Board Outfitting Schedule）に反映する。

回復：無関係（この日程は、実際の作業を管理する意図で作成されたもので無い為）

５．１０　初期ユニット・ブロック艤装日程

５．１０．１　概要

関連する作業フローは、図 5-10 の通りである。

目的：

- 各課のユニット艤装・ブロック艤装の実施を統制し、また最終ユニット艤装・ブロック艤装日程と内作品の工場製作日程を作成する為の準備を行う
- 発生しそうな重要資材の遅延のチェック
- 初期 IHOP 日程を明確にする

要求物：

- 初期 IHOP 日程
- 構成物図面
- 重要資材の納期についての情報

フレーム：

- 対象：特定の契約された各船
- フレームサイズ：課／ユニット or ブロック
- 期間：10 労働日単位で加工開始から引き渡しまでの間

５．１０．２　処理手順

- 各ユニットの、ユニット艤装に必要な期間と、各ブロック／ステージのブロック艤装に必要な期間とを見積る：
  - 構成物図面から構成物のパラメトリック重量を計算し、その重量から必要工数を見積もる
  - 艤装に必要な期間を見積もる

- 各ブロックに関係するユニット艤装・ブロック艤装の開始日と終了日を決定する
  - ブロック艤装：
    - 終了日：初期 IHOP 日程に指示された日
    - 開始日：終了日から作業期間だけ前倒しした日

構成物図面出図後、

パレット会議までに実行

入力：

・加工開始、起工、進水、引渡の日付
・利用可能な工数
・確認された、重要資材納期

処理手順：　（課）

初期ユニット・ブロック艤装日程

・ブロック毎のU・B艤装期間の計算
・ブロック毎のU・B艤装作業の開始日、終了日の決定
・重要資材の遅延の確認
・工数の積上
・工数の平準化

参照：

・初期ブロック分割図
・初期搭載日程
・艤装作業タイミング日程
・構成物図面
・工数見積係数
・ユニット・ブロック艤装用施設

調整：

・重要資材納期の調整
・作業タイミングのシフト

残工数、重要資材の遅延、他課との干渉はOK？

いいえ

はい

出力：

初期ユニット・ブロック艤装日程

目的：

・月別のユニット・ブロック艤装日程を作成する
・月別の搭載後艤装日程を作成する
・造船所長にIHOP日程の定義を要求する報告書を作成する（？）
・部品図・取付図の必要日時を設計に要求する

配布先：

造船所長、設計部門
船殻部門、調達課
関係各課

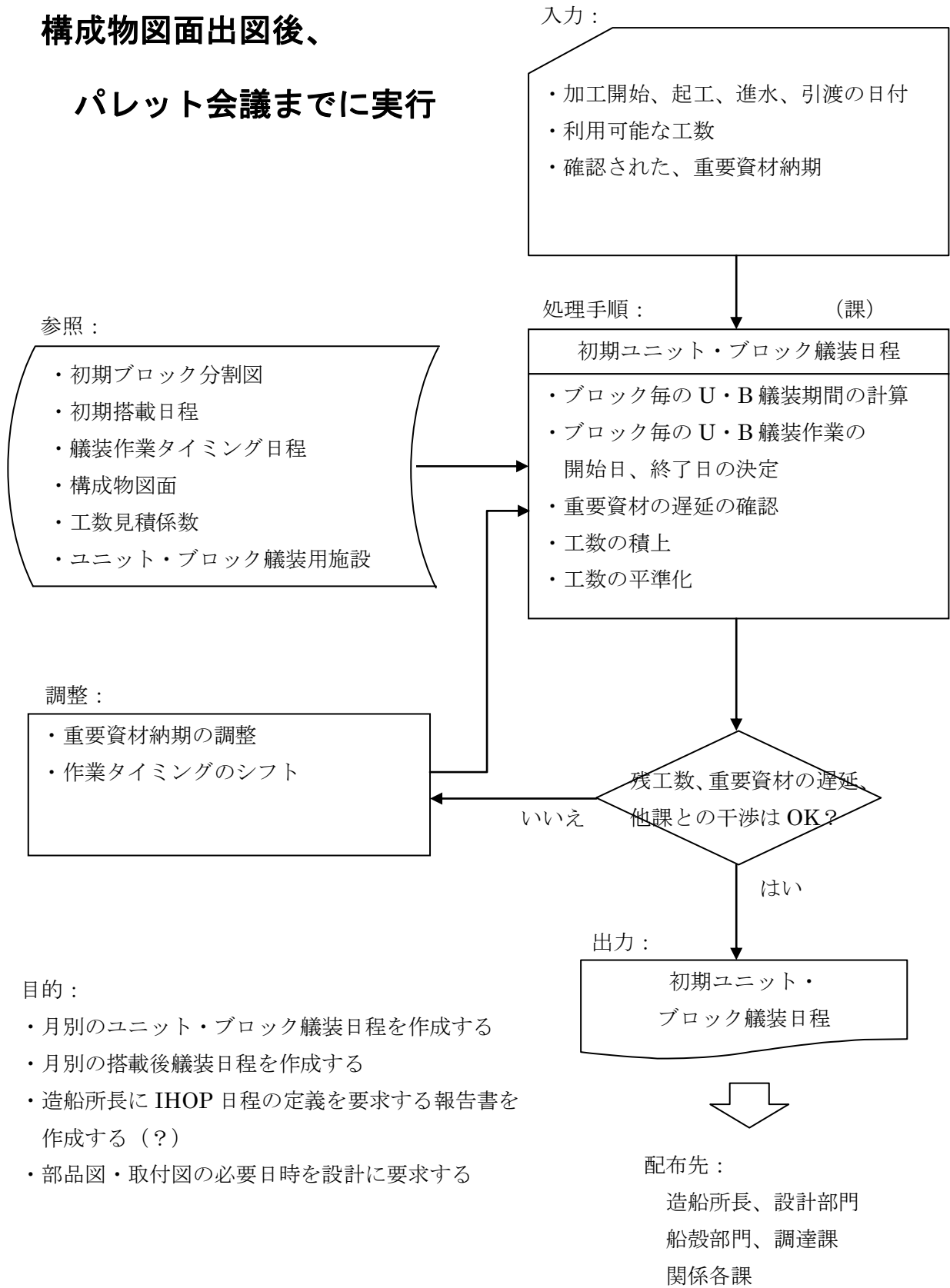



図5.10　初期ユニット・ブロック艤装日程の作成フロー

・ユニット艤装：

終了日：ユニットを搭載するブロックの、ブロック艤装開始日の前の日。
船台で直接搭載するユニットの場合は、ユニットを搭載する区画の、
初期搭載後艤装日程で指示された作業開始日の前日となる。

開始日：終了日から作業期間だけ前倒しした日

５．１０．３　調整

・日程をチェックした際に重要資材の納期が合わない事が判明したら、
調達課と調整を行う。
・重要資材の納期が搭載に間に合わない場合には、艤装方法を、
ユニット・ブロック艤装から搭載後艤装へと変更する。

５．１０．４　出力データと時期

出力：
付属図 A-16 を参照。初期ユニット・ブロック艤装日程はこの図の日程に似ているが、
これほど精密ではない。

時期：構成物図面の出図後、パレット会議に間に合うように

５．１０．５　更新と回復

更新：
造船所大日程に変更が無い限り更新されない。パレット会議の結果により、変更が必要となれば、最終搭載後艤装日程へ反映させる。

回復：
無関係（この日程は実際の作業の実行を統制する目的で作成されていない為）

５．１１　最終ユニット・ブロック艤装日程

５．１１．１　概要

関連する作業フローは、図 5-10（？、初期日程と同じ？）の通りである。

目的：
・ユニット・ブロック艤装の統制を行う為の、また月別ユニット・ブロック艤装日程の基とする、実行日程の作成
・艤装工場の製作日程の作成に利用する
・ユニット・ブロック艤装に使用する取付図の締切調整

要求物：：
・初期 IHOP 日程
・ユニット・ブロック艤装に使用する MLF（Material List For Fitting、取付資材表）

フレーム：
・対象：造船所大日程内の特定の船
・フレームサイズ：特定の船毎の、課／ユニット　もしくは課／ブロック
・期間：１週間単位での積上工数で、１年間

５．１１．２　処理手順

・パレット毎もしくはブロック／ステージ毎の各パレットに必要な作業時間を求める
MLF から抜き出した構成物のパラメトリック重量から、作業毎に必要となる工数を見積もる

補記：もしも作業期間が最終 IHOP 日程で規定された同期間隔（？corresponding interval）を超えてしまっていた場合には、割り当てる作業者を増員するなどして規定された期間内に作業が終わるようにする

・ブロック毎に、関係するユニット・ブロック艤装の開始日と終了日とを決定する

ブロック艤装

終了日：最終 IHOP 日程で規定された日時

開始日：終了日から作業期間だけ前倒した日時

ユニット艤装

５．１０．２に同じ。

・艤装構成物の納期の確認

重要資材の納期を確認する。日程に納期が合わないか、もしくは間に合っても納期がタイトな資材がある場合、調達課と調整を行う。

・工数積上

ユニット艤装・ブロック艤装毎に、5 労働日単位で工数を積上げる。

・平準化

まずはユニット艤装作業、ブロック艤装作業のそれぞれで別々に平準化を行う。

ユニット艤装：

ユニット艤装の前作業や必要な設備において辻褄が合う範囲内で、
ユニット艤装作業のタイミングを前倒しする事により、
終了日を維持しつつ、作業負荷の平準化を行う。

ブロック艤装：

初期 IHOP 日程で規定されているフレームの範囲内で、
ブロック艤装作業をシフトしつつ、平準化を行う

上記の、別々に行われた平準化作業でも作業負荷のピークを十分に解消できない場合には、ユニット艤装とブロック艤装の組み合わせた平準化作業を行わなければならない。ブロック艤装が緩やかな期間にユニット艤装を割り当てることで、これを行う。

補記：

忘れてはならないのは、搭載後艤装を減らし、ユニット艤装とブロック艤装とを増価させる事が、生産性を向上させる鍵であるということである。（もしも）ユニット艤装とブロック艤装のみで、搭載後艤装を行わなくて良いように工数を割り当てる事が可能であれば、理想的である。

５．１１．３　調整

　ユニット艤装とブロック艤装は、本質的に作業負荷の変動を大きくしてしまいがちである。この時、超過した作業負荷を、他の課から作業者を回してもらうことなく課内だけで対処すれば、艤装部門全体の配員を冗長なものにしてしまうことになる。作業負荷の低い課から作業負荷の高い課へ作業者をシフトする事は、艤装全体の生産性を向上させるために必須なことである。

・内作・外注の艤装構成物の入手可能日の調整を行う（５．１１．２参照）

・設計部門からの取付図の出図日を調整する

５．１１．４　出力データと時期

出力：添付図 A-16 を参照

時期：
　ユニット艤装・ブロック艤装の MLF（取付資材表）の出図後、月別ユニット・
　ブロック艤装日程の作成の前

５．１１．５　更新と回復

更新：造船所大日程に変更が無い限り、無関係（日程の変更は、月別日程へ折り込む）

回復：無関係

５．１２　最終搭載後艤装日程（Definitive On-Board Outfitting Schedule）

５．１２．１　概要

関係する作業フローは、図 5-9 に似たものとなっている。

目的：
搭載後艤装を統制する為の実行日程を作成する。月別搭載後艤装日程と工場構成物製造日程（shop component manufactureing schedule）を、この日程を基にして作成する（搭載後試験日程は、この日程には含まれない）

要求物：：
最終ブロック分割図と最終搭載日程
初期搭載後艤装日程

フレーム：
・対象：契約された特定の船
・フレームサイズ：課／搭載後艤装区画
・期間：10 労働日単位で、加工開始から引き渡しまで

５．１２．２　処理手順

・パレット毎に、搭載後艤装の期間を計算する
　　パレット毎の、搭載後艤装の工数を見積もる
　　パレット毎の、搭載後艤装の期間を計算する

・パレットの順序を決定する
　　搭載後艤装区画内のパレットの順序が、搭載日程と一致するように

・時期の決定
　　個々の区画の開始日は、初期搭載後艤装日程で規定された開始日を用いる
　　個々のパレットの作業時期は、課毎、トレード毎の取付順序から決定する

・工数の積上
　課毎、トレード毎で、5日刻みで工数を積上げる。

５．１２．３　調整

・取付図の出図日について、設計部門の確認を取る
・艤装構成物の納期について、製造工場と調達課とで調整を行う

５．１２．４　出力データと時期

出力：添付図A-15を参照

時期：
　最初の月別搭載後艤装日程の作成の前で、特定の船での搭載後艤装の作業開始までに。

５．１２．５　更新と回復

・更新：無関係（変更は、月別日程に折り込む）
・回復：無関係

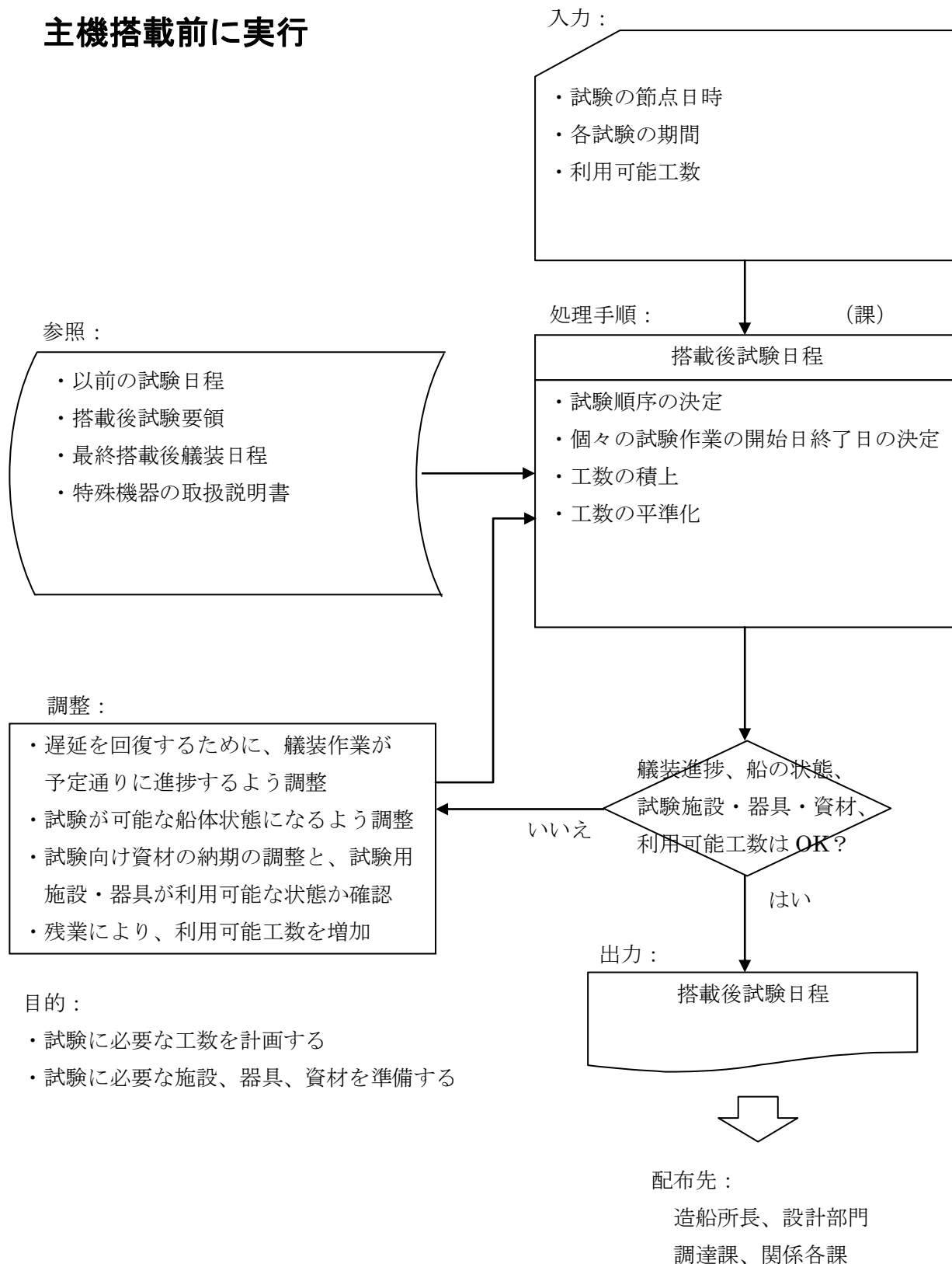



図 5.11　搭載後試験日程の作成フロー

５．１３　搭載後試験日程（On-Board Testing Scheduling）

５．１３．１　概要

　関係する作業フローは、図 5-11 の通りである。
この日程は、主機やプロペラ軸、舵、操舵機、ボイラー、発電機等の機器の取付、据付、試験を統制する。

目的：
- 必要なスタッフ組織の計画
- 必要な、機器・消耗物の組立と準備

要求物：：
- 最終搭載後艤装日程

フレーム：
- 対象：契約された特定の船
- フレームサイズ：課／系統／ステージ
- 期間：5 労働日単位で、加工開始から引き渡しまで

５．１３．２　処理手順

・過去に建造した船の試験日程を基にして、試験順序を決定する

・系統／ステージ毎に、試験の開始日と終了日を決定する。最終搭載後艤装日程と一致するように終了日を設定し、決定された試験順序の中で、試験を調整する。終了日から試験期間を前倒しして開始日を決定し、それを次の試験の終了日とする。

・1 週間のフレームで、課毎、トレード毎に、工数を積上げる。

・作業負荷のピークを平準化する。平準化作業において、節点をシフトする必要が生じれば、関係する課長と相談し指示を仰ぐ。節点のシフトを行ったら、課長は部門長に変更内容を報告する。

５．１３．３　調整

・試験を日程通りに実行可能かどうか、艤装作業の進捗を確認する。必要なら、艤装作業が捗るよう、担当する課と調整し、また催促を行う。

・ドックマスター（dock master）と調整を行い、船体トリム、喫水、係船等の状態を、試験の実施に必要な状態にする。

・試験に必要となる消耗品（燃料、オイル、薬品等）が使用可能な状態になるように、調達課と調整を行う。

・試験に必要な工数が利用可能工数を超過した場合には、部門長と調整を行う。

５．１３．４　出力データと時期

出力：添付図 A-17 を参照

時期：主機搭載の前まで

５．１３．５　更新と回復

　最終搭載後艤装日程に変更が無い限り、どちらも無関係

５．１４　月別日程

５．１４．１　概要

　関係する作業フローは、図 5-12 の通りである。

目的：
　実際の作業を統制する為に使用する週別日程を、この日程を基に作成する。また、図面と資材の利用可能状況を確認する。（設計部門と艤装部門、調達課の間での調整に慣れていれば、月別日程は不要である）

要求物：
　・最終 IHOP 日程
　・最終ユニット艤装・ブロック艤装日程
　・最終搭載後艤装日程
　・艤装構成物製作日程

フレーム：
　・対象：現在艤装が並行に進行している複数の船
　・フレームサイズ：プロセスヤード（職場長グループ）／パレット
　・期間：1 労働週単位で、2 ヶ月間

５．１４．２　処理手順

　全ての艤装作業の実行を統制する為に、月別日程は２ヶ月の期間を対象としている。前半の１ヶ月は、前月の月別日程に変更を折り込んだものであり、その変更により後半の 1 ヵ月の日程に影響を与えるものについては変更を行う。

・パレットの個々の作業の開始日と終了日を決定する。作業進捗の最新情報によって明らかになった前月の月別日程からの逸脱修正を主眼とし、前半の日程を変更する。この時、作業の優先度にも考慮を払う。また遅延は前半の１ヶ月間に回復できるようにすべき。
・1 労働週をフレームとして、トレード毎の工数を積上げる。
・1 労働週をフレームとして、トレード毎に作業負荷のピークを平準化する

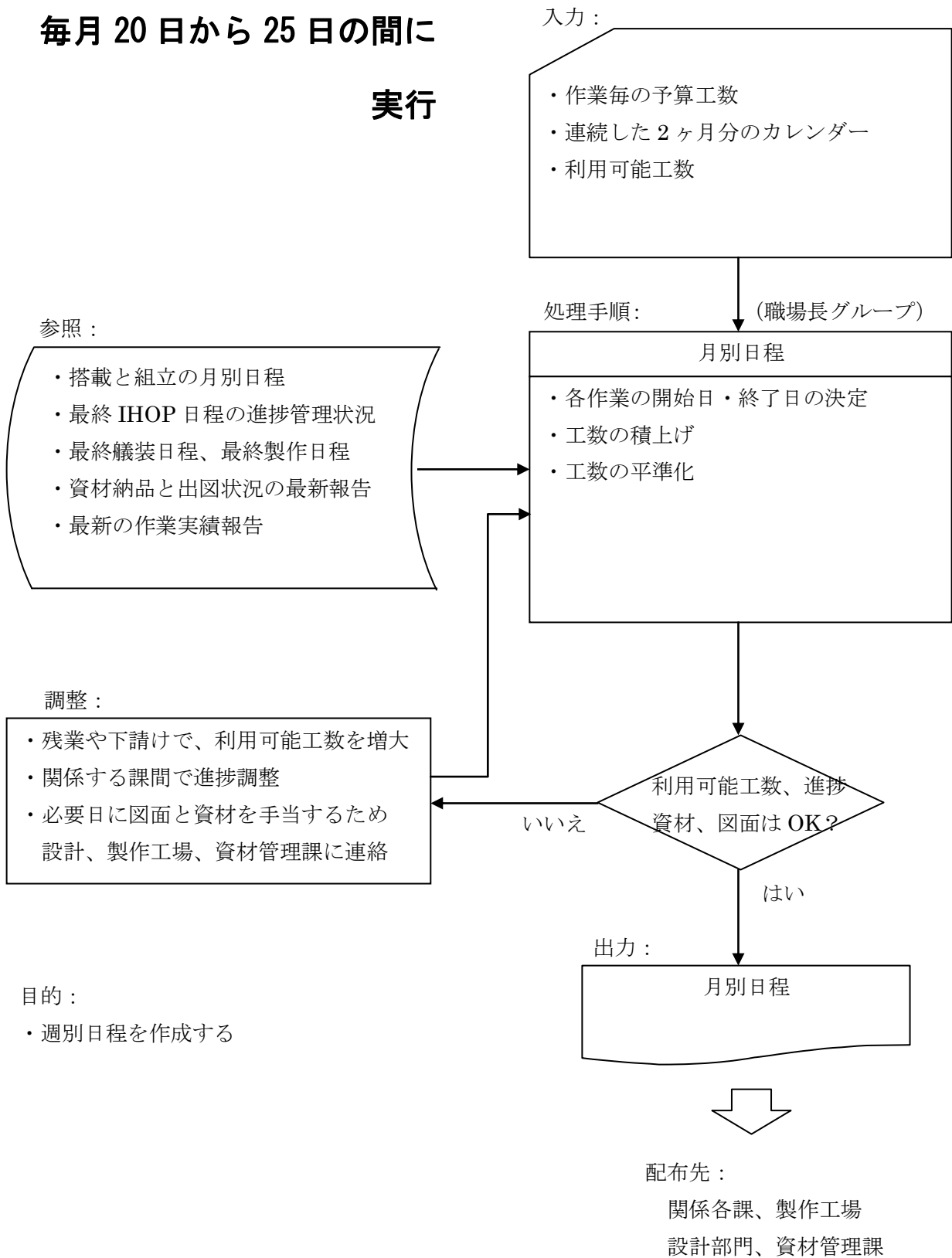



図 5.12　月別日程の作成フロー

５．１４．３　調整

利用可能工数：

　課付のエンジニアは、職場長間で増員の配分を十分に調整できるよう、主導する。

艤装各課同士の日程調整：

　課長は、艤装作業タイミング日程上の区画フレームがシフトしなければ、彼らの決定権の課内で調整を行う。シフトする場合には、艤装部門長が調整を取り仕切る。

構成物と図面の必要日時の確認：

　生産管理部長は、設計、生産管理、艤装のそれぞれの部門間で行われる調整を主導する。調整後は、構成物と図面が日程に従って入手できるように、後半の 1 ヵ月を統制する。資材管理課と製作工場は、パレットが日程通りに利用できるように、前半の 1 ヵ月を統制する。

５．１４．４　出力データと時期

出力：

　添付図 A-18、A-19、A-20 の週別日程を参照。月別日程はこれに準じるが、ここまで詳細ではない。

時期：毎月の 20 日から 25 日の間に作成

５．１４．５　更新と回復

　前半の 1 ヶ月間は、実質、週別日程を更新する。後半の 1 ヵ月間は、翌月の月別日程で更新される。

５．１５　週別日程

５．１５．１　概要

関係する作業フローは、図 5-13 の通りである。

目的 :

・個別の作業を作業者に割り当てる

・パレットを作成する為に必要な情報と、パレットの行き先を提供

・クレーンの使用、作業設備の予約、治具の準備の計画促進

要求物：:

・作成されていれば、月別日程。無ければ課の日程

フレーム :

・対象 : 現在艤装が並行に進行している複数の船

・フレームサイズ : プロセス定盤（助手グループ）／パレット

・期間 : 1 労働日単位で、2 週間

５．１５．２　処理手順

・パレットの優先度の決定

・パレットの開始日と終了日の決定

・それぞれのパレットへの作業者の割当

５．１５．３　調整

無関係（最終 IHOP 日程の進捗管理状態を基にした週別会議で既に実行されている為）

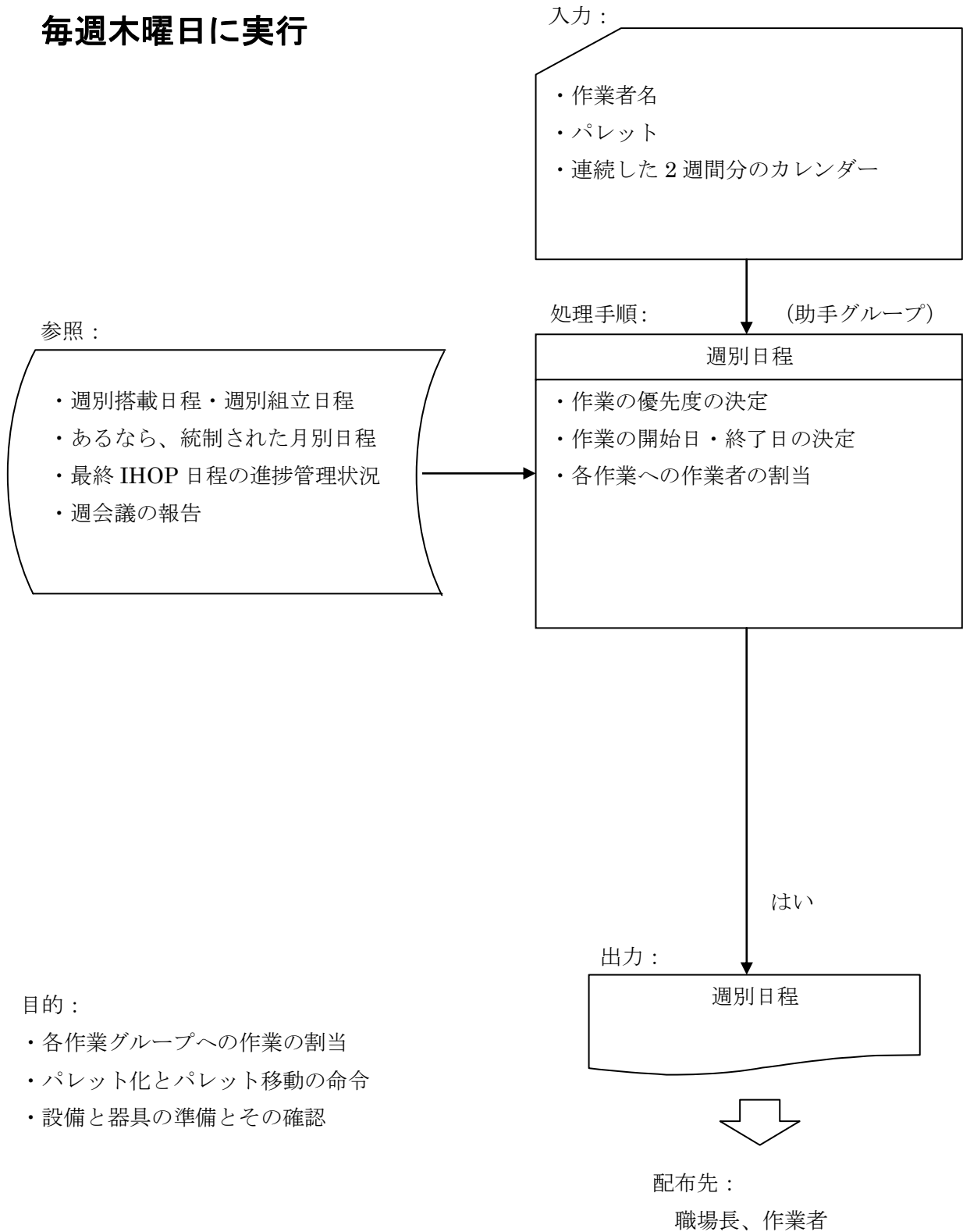



図 5.13　週別日程の作成フロー

５．１５．４　出力データと時期

出力：ブロック艤装は添付図 A-18、搭載後艤装は A-19、運用と試験は A-20 を参照

時期：週毎

５．１５．５　更新と回復

実質的に、前半の週は日別日程へ更新が行われる。後半の週は、翌週の週別日程で更新される。回復は前半の週に行わなければならない。

５．１６　日別日程

５．１６．１　概要

関係する作業フローは図 5-14 の通りである。助手が作業進捗管理している週別日程を、作業者に対する日別日程として使用することも可能である。

目的：
- １日単位での実行作業の決定
- 週別日程上での遅延を回復する

要求物：：
週別日程

フレーム：
- 対象：現在艤装が並行に進行している複数の船
- フレームサイズ：作業者
- 期間：１労働日

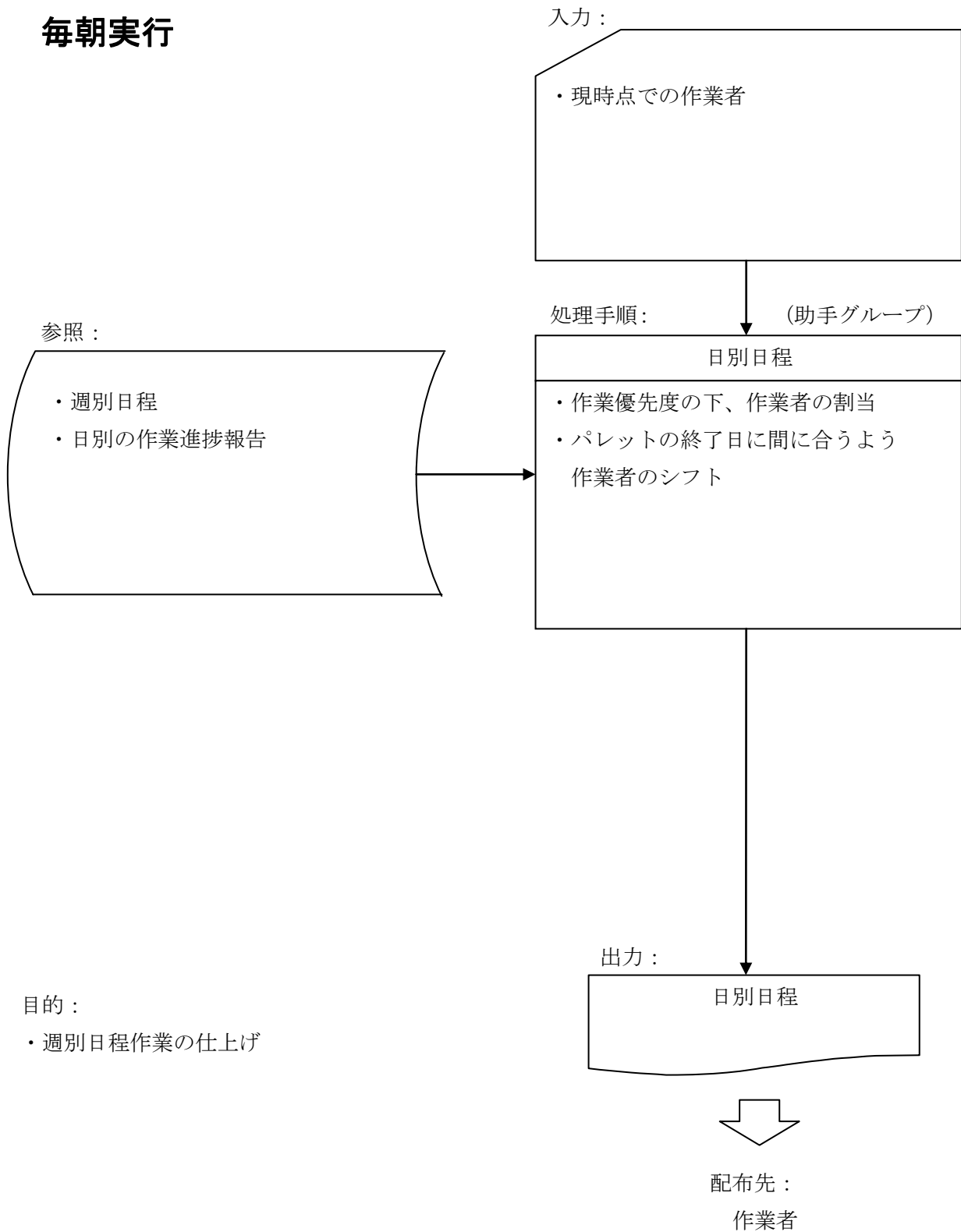



図 5.14　日別日程の作成フロー

５．１６．２　処理手順

・各助手は、作業優先度を基にして、作業者に任務を割当てる
・各助手は、作業優先度に合うように、休んだ作業者の補完を行う

５．１６．３　調整

　無関係

５．１６．４　出力データと時期

　口頭で為される指示か、もしくは毎朝、週別日程上に記述される指示

５．１６．５　更新と回復

　無関係。毎日の終わりに、翌日に回復すべき残作業が口頭で報告される。

６．　区画塗装手法（Zone Painting Method）

６．１　概要

塗装日程は、造船作業タイミング統合スキーム（shipbuilding activities timing integration scheme）の１つであり、前後する船殻・艤装プロセスと統合された特定の塗装プロセスによって構成されている。第 2 章で説明した 4 つの FPSS 支援要素が、ここにも用いられている。

６．１．１　フレーム日程手法

区画艤装と同じ形で、区画塗装にフレーム日程手法が適用されている。フレームは、関連する船殻と艤装のフレームサイズと同じく、作業が進むに従い、大きいフレームから小さいフレームへと変化してゆく。

６．１．２　IHOP 日程と進捗管理運用

区画塗装は観念的に、最終仕上げ塗装まで含めて可能な限りブロック塗装を行うよう考えられている。このアプローチでは、塗装作業を前倒しで割り当て、S 曲線の配分と一致させることにより、塗装工数を平準化するだけでなく、日程を遵守しやすくなるのである。これとは対照的に、従来の造船所の手法では、引渡直前に塗装作業のピークが立ち、また作業における再塗装作業の割合が大きかった。

６．２　組織

塗装計画と塗装日程は図 6-1 で示されているように、塗装組織の各階層毎に分散、実行されている。作業の種類という観点では塗装は本質的に船殻や艤装とは異なり、同じ手法で合理化されている。その造船所にとって塗装が非常に大きな作業負荷になっている場合には塗装は部門として存在しているが、作業負荷が小さい造船所では、他の部門の中の課として組織されている。塗装組織が部門であっても課であっても、生産（塗装）エンジニア

が存在し、職場長グループと助手グループへと分割されているということについては同じである。これにより、課題分野（problem category）別の作業フローとコスト集計システムとが完全に一致するのである。

塗装課（Paint Section）は階層毎に段階的に分割されている。まずはブロック塗装と搭載後塗装の職場長グループへと分けられており、ブロック塗装の職場長グループは、平板・曲板ブロックを担当するプロセスヤード別の助手グループへと分けられている。搭載後塗装の職場長グループは、建造ふ頭・艤装岸壁での塗装と行う職場長グループへと分けられ、各職場長グループは、塗装作業やメンテナンス、安全管理（作業環境、ガス濃度、防毒マスク、排気等）も含めた設備管理を行う助手グループへと細分化されている。

６．３　フレーム日程手法

塗装部門は、図 6-2 に示されるような流れで階層別の日程を作成している。階層毎で日程の担当者は表 6-3 の通りである。日程の作成では、船殻と艤装の日程担当者と、常に調整を行う。

６．３．１　作業フロー

塗装部門は、船殻部門や艤装部門と同じ方法で、定期的に作成するものと、新造船毎に作成するものと、２つの累積工程日程（man-hour cumulative schedule）を作成している。

ブロック塗装作業は、船殻と艤装の前倒し日程と塗装日程を統合する為に、初期 IHOP 日程を用いてブロック組立とブロック艤装の開始日・終了日と調整を行う。搭載後塗装作業は、船殻搭載課と、甲板、居住区、機関、電気の艤装各課と、起工から進水までと進水から引渡までとを別々に前倒しに日程を作成する事で、調整を行う。

６．３．２　フレーム

各階層で作成される日程の、作業フレームと時間フレームは、図 6-3 の通りである。

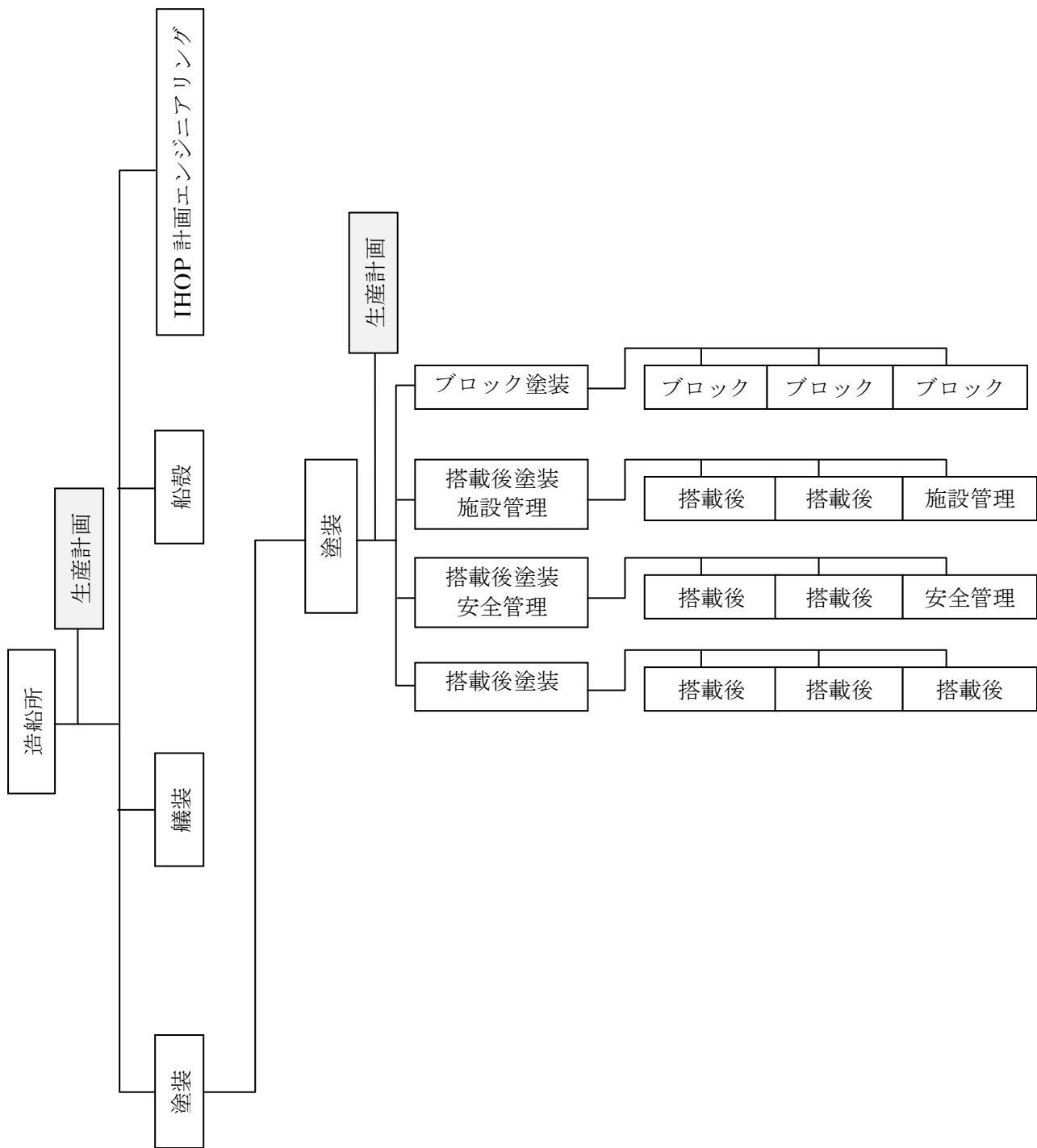
船殻と艤装構成物の設計が進むに従い、ブロック塗装、搭載後塗装の作業量を示すパラメータとなる、塗装面積が利用できるようになる。

造船所	部門	工場／課	職場（職長 G）	班（助手 G）

図 6.1　塗装部門の組織モデル

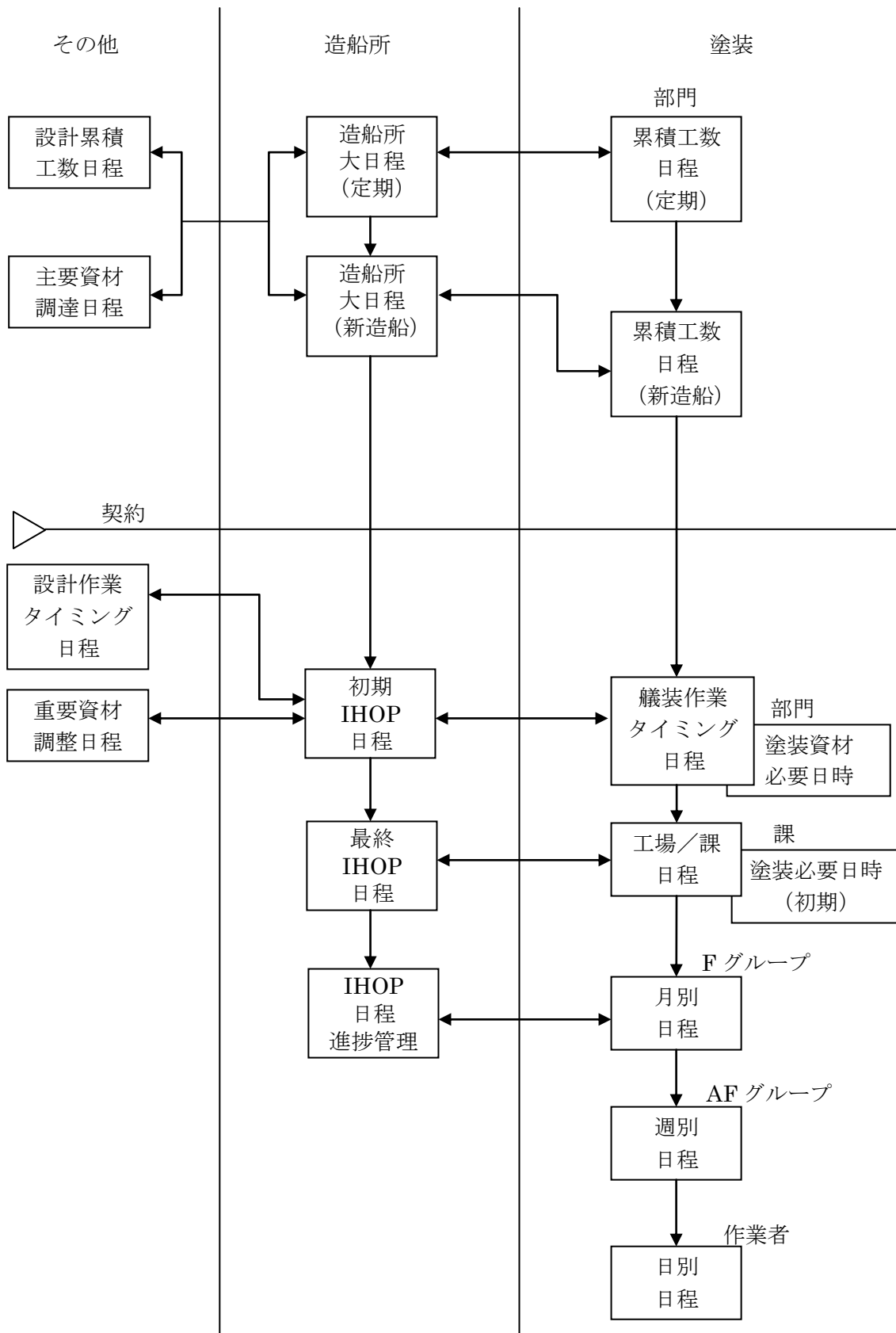



図 6.2　塗装日程作成の流れ

造船所において塗装の作業負荷が高くなく部門として独立していない場合には、
図内の部門受け持ちの部分も課が担当する

フレーム 日程	時間		作業量指標			所掌
	期間	更新頻度	概算単位	概算期間	パラメータ	
部門または工場／課の累積工数日程	3年 or 1.5年	毎月	加起進引／船／部門 or 課	1ヵ月	S曲線	部門長または課長
艤装活動節点日程	建造期間	無関係	区画グループ／船	無関係	面積（予算管理表）	部門長
課日程	建造期間	K-7（初期 K-3（BLK K+1（搭載・最終）	区画／船	10労働日	面積（粗）	課長
月別日程	2ヶ月／船	毎月	ブロック or 構成物	10労働日	面積（詳） 技能／人数	職場長
週別日程	2週間／船	毎週	ブロック or 構成物	1日	技能／人数	助手
日別日程	1日／船	毎日	ブロック or 構成物	1時間	作業者名	作業者

図6.3　区画塗装の日程フレームの詳細

塗装の日程作業は比較的単純である為、週別日程は船毎に作成する（艤装の週別日程は、全ての船を対象に作成されている）

船殻や艤装で用いられているものと同じコンセプトが、塗装にも適用されている。部門（もしくは課）の階層では累積工数日程を、課とそれ以下の階層ではそれぞれの部署で用いる日程を作成している。添付図 A-10、A-11、A-12 の各種の艤装作業タイミング日程のように、IHOP 日程による調整を基にして、塗装作業期間が割り振られている。

６．４　累積工数日程（定期）

６．４．１　概要

関係する日程作業は、図 6-4 の通りである。

目的：
- 造船所大日程を見直し、契約された（もしくは契約予定の）船に割り当てられた予算工数と、塗装の利用可能工数との間に矛盾が無いかを確認する
- 新たな引合を行う営業担当者に、利用可能な生産能力に関するデータを提供する
- 長期的に利用可能な工数の調節に役立てる
- 設計、塗装、艤装、船殻の各部門間での積上工数の長期的な調節に役立てる

要求物：：
- 造船所大日程
- 塗装予算工数

フレーム：
- 対象：契約済もしくは契約予定の全ての船
- フレームサイズ：船／塗装
- 期間：月単位で、3 年間以上

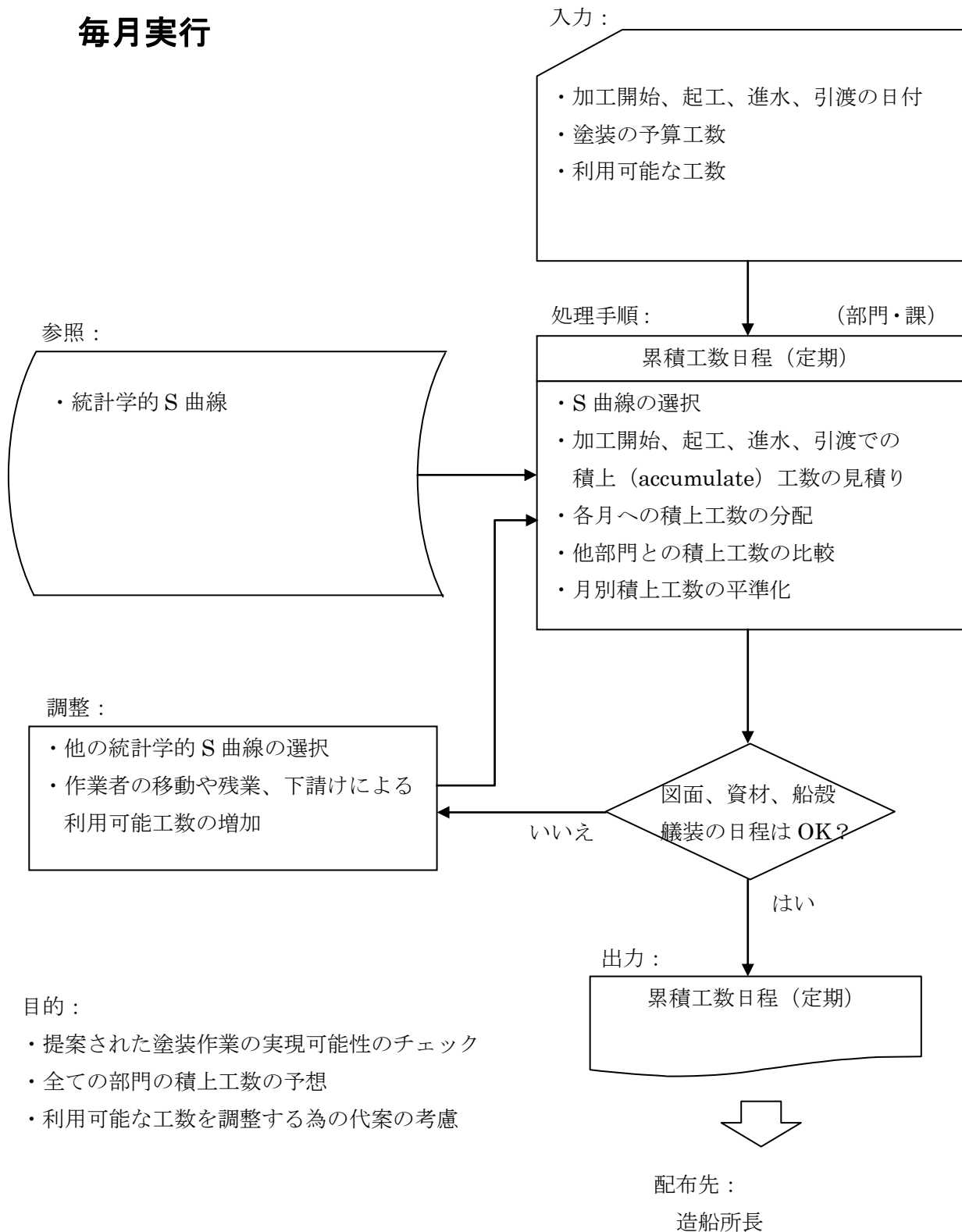



図 6.4　累積工数日程（定期）の作成フロー

６．４．２　処理手順

・造船所で過去に建造した類似船のデータから、最も近いと思われるＳ曲線を選択する。

　選択したＳ曲線から、以下の公式により、それぞれの主要節点における積上工数を決定する：

$$Pi = Hei \ / \ Hb$$

P　：各主要節点における、積上工数の割合
i　：起工、進水、もしくは引渡
Hb　：総予算工数
Hei　：各主要節点での積上工数

　造船所長の提案する起工、進水、引渡の各日時を、対象船の線表の上に重ね、（各主要節点での工数の割合が）同じ割合になるように対象船のＳ曲線を描写する。

　プロットした対象船のＳ曲線を微分し（意訳）、月別に工数を配分する。

　この対象船の月別配分工数を、現時点で考慮すべき全ての船の月別配分工数の中に折り込んでゆく。利用可能な工数と比較し、また契約された引渡日を維持することが可能な範囲内で日時をシフトする事で、超過ピークを平準化する。もしくは、超過ピークに対して追加の工数を確保する。もちろん、適用する解決方法は造船所長が決定する。

６．４．３　調整

　必要となる工数と、予算工数との間に偏差が出ないように、以下の調整を行う：
・別のＳ曲線への変更
・利用可能工数の調節
　　残業、下請け
　　船殻・艤装部門から作業者を移動

　それでも利用可能工数が満足いくものにならなければ、造船所長は主要節点の日程を修

正することで解決策を見出さなければならないが、これには船主に対して交渉を行わなければならない。

６．４．４　出力データと時期

出力：添付図 A-1 を参照。これに近いものとなる。

時期：毎月

６．４．５　更新と回復

更新：1 ヶ月間毎に、定期的に行う

回復：無関係

６．５　累積工数日程（新造船）

６．５．１　概要

関係する日程作業は、図 6-5 の通りである。

目的：

・特定の、新たに契約された船に対して、最終的な加工開始、起工、進水、引渡の日時を、造船所大日程上に決定する。

・塗装日程用の積上工数を提供する

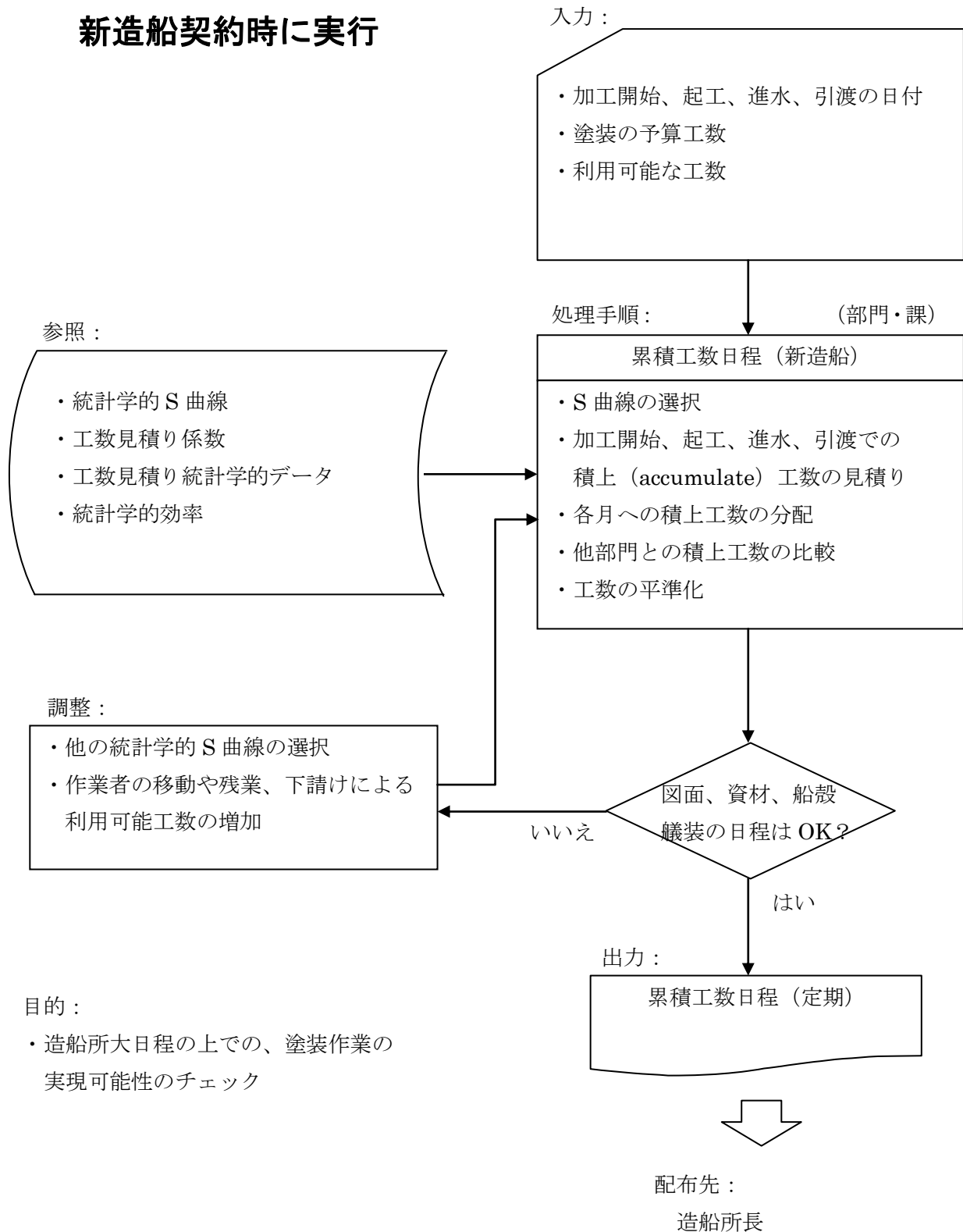



図 6.5　累積工数日程（新造船）の作成フロー

要求物：：
　・造船所大日程（定期）から見積もられた、加工開始、起工、進水、引渡の日時
　・資材予算管理表からの作業量データ

フレーム：
　対象：特定の船
　フレームサイズ：部門・船／各階層での担当課
　期間：毎月単位で、加工開始から引き渡しまでの期間

６．５．２　処理手順

　６．４．２に同じ

６．５．３　調整

　６．４．３に同じ

６．５．４　出力データと時期

出力：添付図 A-1 を参照。これと似たものとなる。

時期：造船所長に指示された時

６．５．５　更新と回復

更新：新造船契約の度に新しく作成される。定期と重なった時には作成されない。

回復：回復は定期の工数日程の方に折り込まれる。６．４．４を参照

６．６　塗装作業タイミング日程（Painting Activities Timing Scheduling）

５．７で説明されているコンセプトの下で、艤装作業タイミング日程に含まれる形で作成される。

６．７　初期ブロック塗装日程

６．７．１　概要

関連する作業フローは、図 6.6 の通りである。

目的：
- 最終ブロック塗装日程を作成する
- 塗装資材の納期に遅延が無いか確認する
- 初期 IHOP 日程から最終 IHOP 日程を作成する

要求物：：
- 初期 IHOP 日程
- 初期ブロック分割図
- 塗装資材の納期情報

フレーム：
- 対象：契約された特定の船
- フレームサイズ：課／ブロック
- 期間：10 日単位で加工開始から引き渡しまでの間

６．７．２　処理手順

・ブロック塗装での、ブロック／ステージ毎の塗装作業に必要な期間を見積もる
　　初期ブロック配置から決定される面積／ブロックから、必要な工数を見積もる
　　必要な作業期間を見積もる

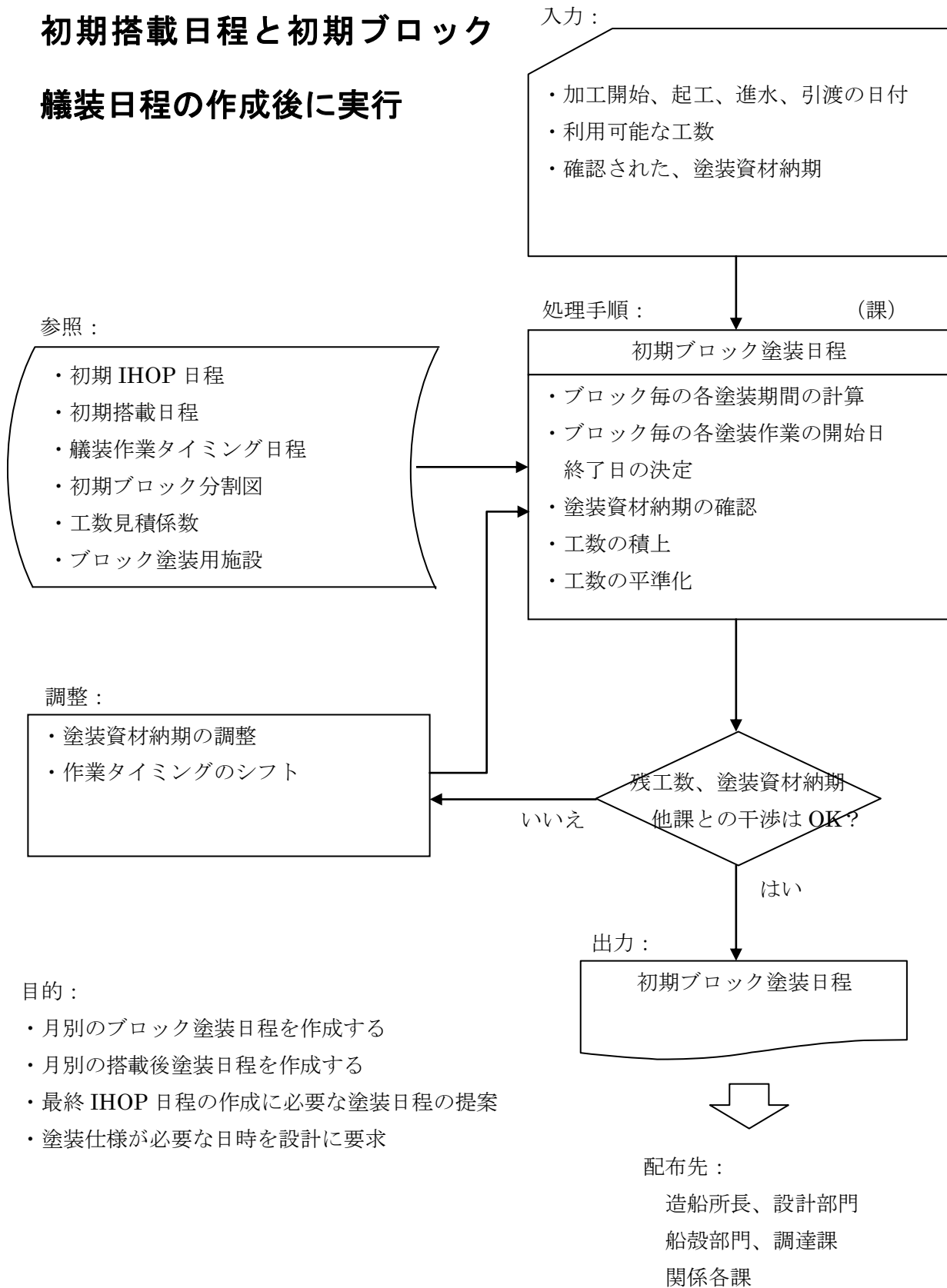



図 6.6　初期ブロック塗装日程の作成フロー

・ブロック塗装の作業の開始日と終了日を決定する
　　終了日：初期 IHOP 日程で規定されているものを使用する
　　開始日：終了日から、作業期間だけ前倒しした日を使用する

６．７．３　調整

・日程を確認した際に塗装資材の納期が間に合わなければ、調達課と調整を行う。
・塗装資材が納期に間に合わない場合には、ブロック塗装で行っていた作業を
　搭載後塗装へとシフトすることで対応する。

６．７．４　出力データと時期

出力：
　初期ブロック塗装日程は、添付図 A-21 の図に似ているが、これよりも粗くなっている。

時期：
　初期搭載日程と初期 IHOP 日程が作成された後

６．７．５　更新と回復

更新：
　造船所大日程に変更が無い限り、更新とは無関係である。ブロック分割図に変更があり、何らかの修正を行う必要が出た場合には、最終ブロック塗装日程の方で更新を行う。

回復：無関係（この日程は、作業の実行を統制する為のものでは無い為）

６．８　初期搭載後塗装の日程

６．８．１　概要

関係する日程作業フローは、図 6-7 の通りである。

目的：
- 塗装部門での搭載後塗装の実行と、最終搭載後日程作成の基礎として提供する
- 塗装に必要な資材納期の最終的な遅延のチェックを行う

要求物：：
- 艤装作業タイミング日程
- 初期搭載日程
- 初期ブロック分割図
- 構成物図面
- 塗装資材要求日時

フレーム：
- 対象：契約された特定の船
- フレームサイズ：課／区画
- 期間：10 労働日単位で、加工開始から引き渡しまでの期間

６．８．２　処理手順

・課／区画毎の作業に必要な、時間間隔を求める
- 初期ブロック分割図から決定された面積を塗装する為に必要な工数を見積もる
- 塗装に必要な期間を求める

・作業毎の開始日、終了日を決定する

作業毎の開始日と終了日は、既に艤装作業タイミング日程で規定されている。しかしこの日程は、仮の搭載日程のデータを基にして作成されている為、仮の搭載日程と初期搭載日程との間で関連したデータが変更されていた場合には、変更されたデータと一致するように、開始日と終了日も変更しなければならない。

初期搭載日程と初期搭載後

艤装日程の作成後に実行

入力：

・加工開始、起工、進水、引渡の日付
・利用可能な工数
・確認された、塗装資材納期

参照：

・初期ブロック分割図
・初期搭載日程
・艤装作業タイミング日程
・構成物図面
・工数見積係数

処理手順：　（課）

初期搭載後塗装日程

・課／区画毎の作業期間の計算
・各作業の開始・終了日の決定
・塗装資材の遅延の確認
・課／区画毎の工数の積上
・課／区画／トレード毎での
　工数の平準化

調整：

・塗装資材納期の調整
・作業タイミングのシフト

残工数、塗装資材の遅延、他課との干渉はOK？

いいえ

はい

出力：

初期搭載後塗装日程

目的：

・月別の搭載後塗装日程を作成する為

配布先：

造船所長、設計部門
船殻部門、調達課
関係各課

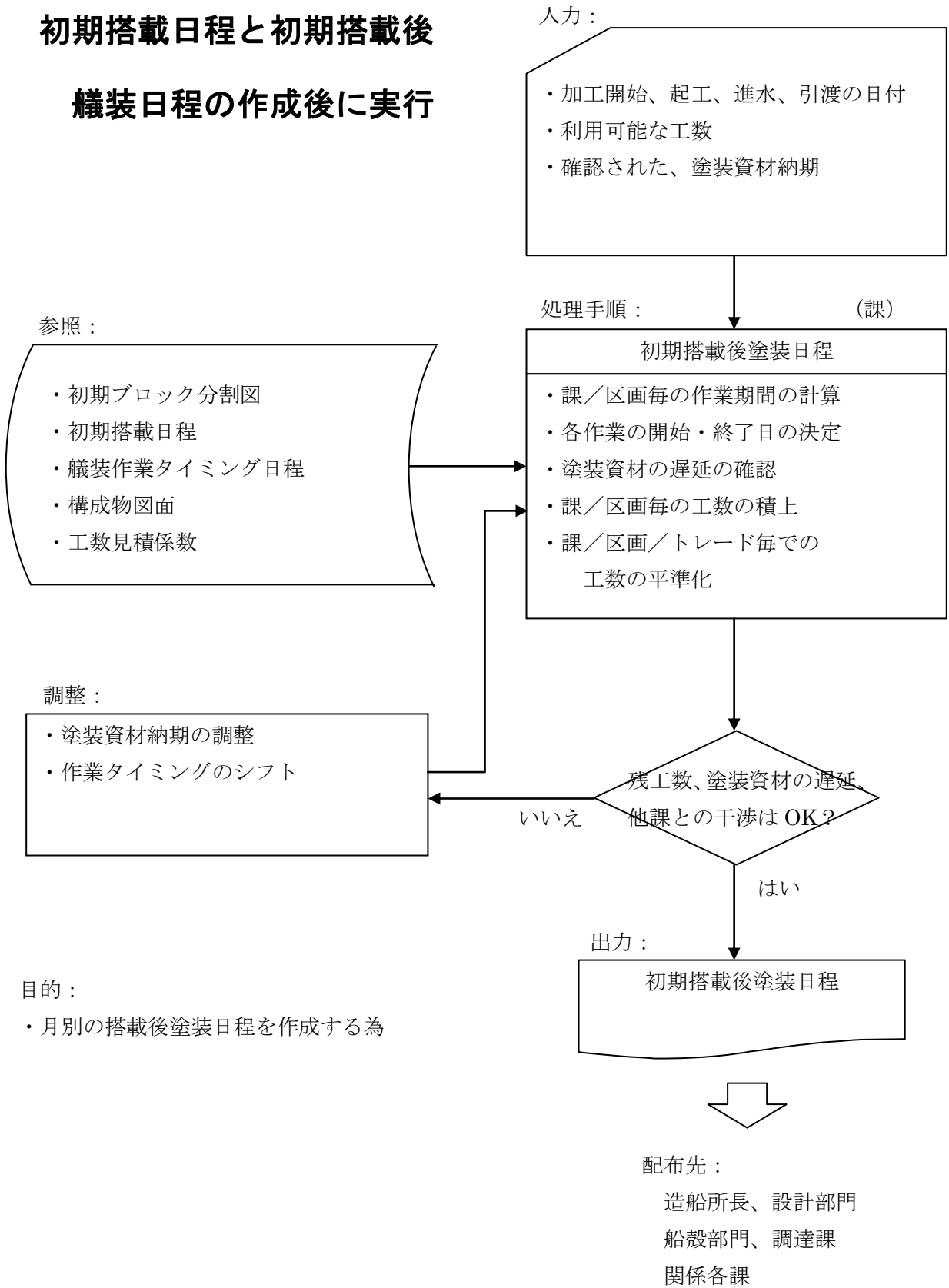



図 6.7　初期搭載後塗装日程の作成フロー

・塗装に必要な資材の納期に遅れが無いか確認する

・10 日単位のメッシュで、トレード毎の工数を積上げる

・見積もられた工数の中の突出したピークを平準化する：
　・トレード毎に平準化を行う
　・10 日単位のメッシュで工数を平準化する
　・見積り工数と利用可能工数との間に差異が発生した場合には、部門長に報告する。大きな差異である場合には、日程を変更する。
　・工数の積上に使用した S 曲線は変更しない

６．８．３　調整

部門長は、各課間で共有する節点の調整作業を主導する。

６．８．４　出力データと時期

出力：
初期搭載後塗装日程は、添付図 A-22 と似たものであるが、これほどまで詳細ではない

時期：　初期搭載日程と、初期搭載後艤装日程が作成された後

６．８．５　更新と回復

更新：
造船所大日程に変更が無い限り、無関係である。塗装プロセス大日程（Painting Process Master Plans、旧来の塗装日程）での変更があれば、最終搭載後塗装日程に変更部分を折り込む。

回復：この日程は作業の実行を統制する為のものでは無いので、回復とは無関係である。

６．９　最終ブロック塗装日程

６．９．１　概要

関係する作業フローは、図 6-6 と似たものである。

目的：

ブロック塗装作業を統制する日程である、ブロック塗装月別日程を作成する

要求物：：

- ・IHOP 日程
- ・塗装プロセス大日程（Painting Process Master Plans）
- ・ブロック組立要領図（Block Assembly Guidance Plan）

フレーム：

- ・対象：造船所大日程の中の、特定の各船
- ・フレームサイズ：課／区画
- ・期間：10 労働日毎に積上げられた工数で、加工開始から引き渡しまでの期間

６．９．２　処理手順

・ブロック／ステージ毎の作業に必要な期間を計算する：

設計者から提供される塗装面積を用いて、作業に必要な工数を見積もる。ブロック組立要領図での検討を基にして、作業難度を反映した係数（工数／平方メートル）を選択する。求められた期間が最終 IHOP 日程で規定された同期間隔（corresponding intervals）を超えてしまった場合には、作業グループ数を増加し、規定された期間内に収まるようにする。

・ブロック毎の作業の開始日と終了日と決定する

終了日：最終 IHOP 日程に規定されている日時を使用する

開始日：終了日から、上で求めた期間だけ前倒しすることで、開始日を決定する

・塗装資材の納期を確認する。納期が間に合わない、もしくは納期がタイトである場合
　には、調達課と調整を行う。

・10 日単位で工数を積上げる

・最終 IHOP 日程で規定されているフレーム内で、ブロック塗装作業をシフトする事で
　工数の平準化を行う。

６．９．３　調整

　ブロック組立課と甲板、居住区、機関、電気の艤装各課とで、塗装作業の期間について調整を行う。

６．９．４　出力データと時期

出力：添付図 A-21 を参照

時期：
　ブロック塗装用の塗装プロセス大日程（Painting Process Master Plans）作成後、
　月別ブロック艤装日程の作成前

６．１０　最終搭載後塗装日程

６．１０．１　概要

　関係する作業フローは、図 6-7 と似たものになっている。

目的：
　・搭載後塗装作業を統制する日程である搭載後月別日程を作成する為

要求物：：

・最終ブロック分割図

・搭載日程

・初期搭載後塗装日程

フレーム：

・対象：契約された特定の船

・フレームサイズ：課／区画

・期間：10 労働日単位で、起工から引き渡しまでの期間

６．１０．２　処理手続

・区画毎の、搭載後塗装に必要な期間を求める：

・必要な工数の見積り

・必要な期間の見積り

・時期の決定

・区画での開始日は、初期搭載後塗装日程で規定されたものを使用する

・終了日は、開始日から期間だけ加えることで求める

・10 労働日単位のメッシュで工数を積上げる

・必要ならば、区画毎の作業タイミングをシフトする事で工数の平準化を行うが、作業終了日が、初期搭載後塗装日程で規定されている個々の区画の作業終了日を越してしまわないようにする。

６．１０．３　調整

　関係する搭載課と甲板、居住区、機関、電気の各課、調達課と、必要な塗装資材の納期について調整を行う。

６．１０．４　出力データと時期

出力：添付図 A-24 を参照

時期：
　最初の月別搭載後塗装日程の作成前で、また、特定の船での搭載前塗装作業が開始されるまでに

６．１０．５　更新と回復

　無関係（実際の作業での変更は、月別日程に折り込む）

６．１１　月別日程

　塗装の月別日程（全ての船）は、艤装と比べ単純である為、ここでは省略する。
作業のパッケージ化と工数の見積りは、最終ブロック塗装日程と最終搭載後塗装日程（船毎）から、いつでも行うことが可能である。月別日程を作成する場合、５．１４で説明した艤装の月別日程を参照すること。

６．１２　週別日程

６．１２．１　概要

　関係する作業フローは、図 6-8 の通りである。

目的：
　個々の作業を、1 日単位で、表面処理や塗装コート数、塗料種類、全面塗装 or 部分塗装（タッチアップ)、等の種類別に割り当てる

　塗装資材と作業箇所（job sites）に必要な情報を提供する

　クレーンの使用や、足場等の設備の確保、器具の準備等の計画を行う

要求物：
　月別日程もしくは、最終ブロック塗装日程・最終搭載後塗装日程

フレーム：
- 対象：特定の各船
- フレームサイズ：助手グループ
- 期間：1 日単位で、2 週間

６．１２．２　処理手順

・部分塗装も含めた、塗装作業の順番を決定する

・塗装区画／ブロック毎の、各塗装コート作業の開始日と終了日を決定する。（塗装を行う為に、ブロックを水面下部分や水線部（boot topping）等の塗装区画に分割しても良い）

６．１２．３　調整

　無関係（既に週別会議が、実績と最終 IHOP 日程との比較を基にして行われているから）

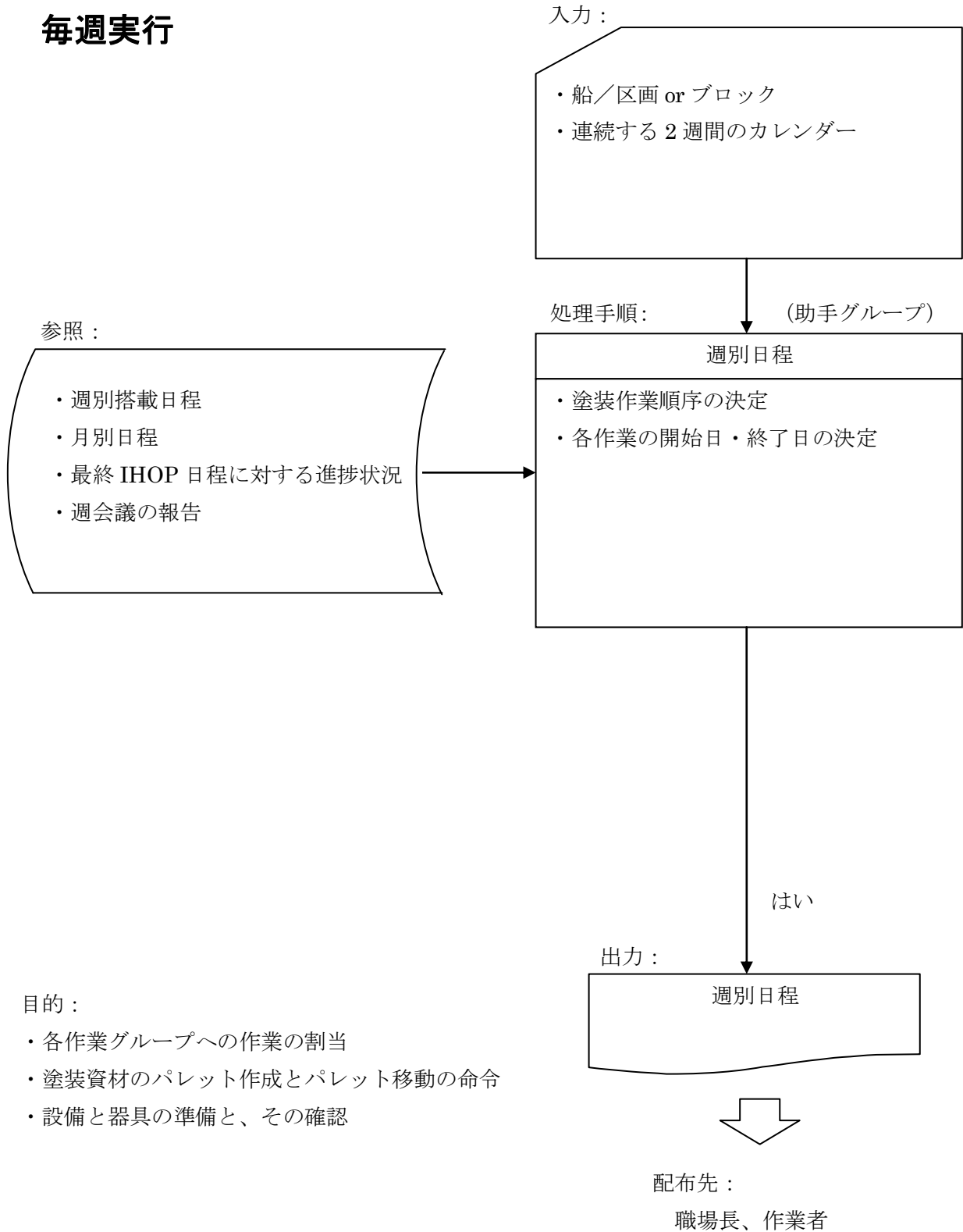



図 6.8　週別日程の作成フロー

６．１２．４　出力データと時期

出力：添付図 A-25（ブロック塗装）と A-26（搭載後塗装）を参照

時期：毎週

６．１２．５　更新と回復

　日別日程で行われる

６．１３　日別日程

６．１３．１　概要

　関係する作業フローは、図 6-9 の通りである。助手が進捗管理している週別日程を、作業者に対する日別日程として使用する事も可能である。

目的：
- 1 日単位で行う作業内容の決定
- 週別日程で発生した遅延の回復

要求物：：
- 週別日程

フレーム：
- 対象：特定の船
- フレームサイズ：作業者
- 期間：1 日単位で毎日

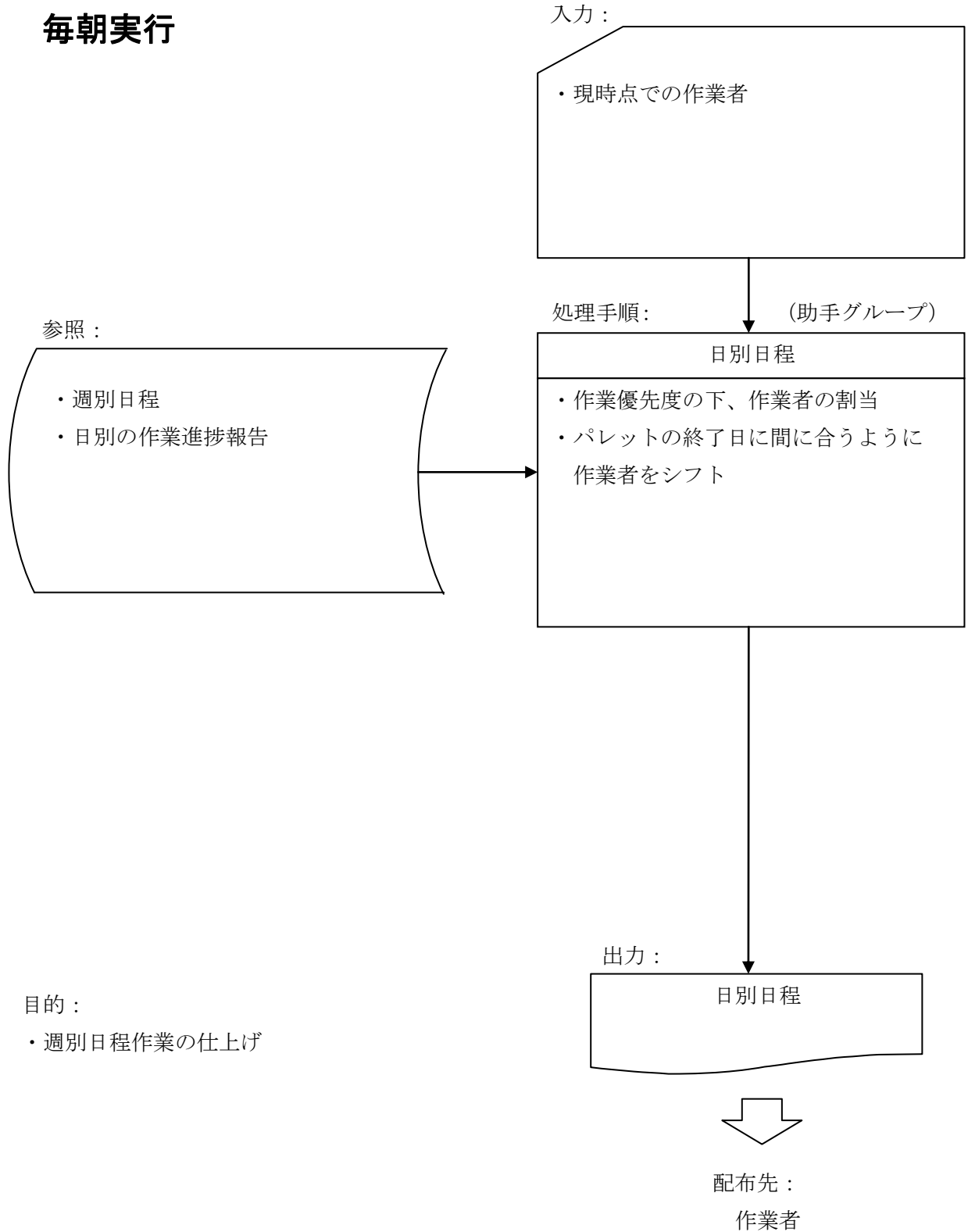



図 6.9　日別日程の作成フロー

６．１３．２　処理手順

・各助手は、作業の優先度を基にして、作業者それぞれに作業を割り振る

・各助手は、作業の優先度に合うように、欠勤した作業者の補完を行う。

６．１３．３　調整

　無関係

６．１３．４　出力データと時期

　口頭での指示か、週別日程上に毎朝記述される指示による

６．１３．５　更新と回復

　無関係。毎日の終わりに、翌日に回復すべき残作業が口頭で報告される。

７．　統合された船殻・艤装・塗装

（IHOP, Integrated Hull construction, Outfitting, and Painting）

７．１　概要

IHOP では、設計、資材調達、生産計画、日程、エンジニアリングにおける、部門間での情報交換と調整が、特に必要とされている。効率的な IHOP 運用の為には、生産を中心とした組織（product-oriented organization）が必須である。（NSRP の「Shipyard Organization and Management Development」1985.10 を参照）

７．１．１　フレーム日程手法

IHOP 日程は、初期日程と最終日程の 2 つが作成され、各ブロックを搭載可能な状態にするために必要となる船殻、艤装、塗装の各作業を調整する。以下のように前倒しで日程が作成される：

・各ブロック・総組ブロックを搭載順に並べる
・各ブロックに必要となる作業は、現図－加工－小組－組立－総組－ブロック艤装－ブロック塗装、という一連の流れとする
・それぞれの作業期間を規定
・各船を建造する順序に並べる

初期 IHOP 日程は、工場／課日程の基準（yardstick、尺）であり、各工場／課間の調整の後に、最終 IHOP 日程がまとめられる。工場／課の日程は全ての船が対象であるが、IHOP 日程では個々の船が対象であるので、工場／課日程と IHOP の調整によって得られる個々の作業の期間と時期とは、現実的なものとなる。

７．１．２　IHOP 進捗管理（IHOP Track Operation）

IHOP 日程は、現時点での生産進捗の監視や、不具合対処、遅延の回復を行い、後工程への影響を防ぐ強力なツールである。加工開始から進水までの間、特定の船を担当する造船主査（ship manager、訳注：固有の船の設計から建造を統括する管理者と思われるが、日本にそんな役職はない。主査は自動車製造での同等の役職名…だったと思う）は、毎週の

進捗会議に出席し、IHOP 日程の進捗管理を行う事で、日程と実績とのズレを認識するのである。このような会議を繰り返すことで、プロセスヤード間の調整を行い、週別・月別日程を更新してゆく。
（船毎の造船主査（ship manager）による週別会議は、通常は関係する加工工場と組立課の生産エンジニア、職場長によって開催される。造船主査は、主要な工場の管理者もしくは主要な課長が務めるが、より経験を積み、造船システムの全体を理解していなければならない。造船主査は、造船所長に対して直接報告を行う）

７．２　組織

既存の造船所組織における工場は、効率的なIHOP日程で作業の調整を行っていくには、余りにも独立性が高すぎた。通常、日程作成と生産作業の両方を同じ組織が行うことは無かった。生産エンジニアリング、生産計画、日程作成、生産作業の実行に関する責任所掌（responsibility）を分権化し、束ね合わせたツリー構造ネットワークでは、効率的な調整機能が必要となる。

もう一つの独特な点は、IHOP 日程が、船毎に組織化された作業と、ブロック毎に組織化された作業の、両方の作業プロセスを、連続的に調整しているという事である。これにより各工場／課の日程は、他の工場／課と協調し、複数の船が並行に建造されていても、作業負荷の平準化が可能となっているのである。ブロック毎のアプローチにより、全ての工場／課で、より理想的な日程作成が促進されている為、IHOP 日程によって現れる日程マトリクス（matrix、？多次元行列という感じか？）は、造船主査（ship manager）と工場長／課長の両方の需要を満足させるのである。

７．３　フレーム日程手法

船殻、艤装、塗装の各部門と同等の地位を持っている IHOP 計画・エンジニアリング部門は、契約された船毎に、IHOP 日程を作成する。この部門は、表 7.1 で示されたフレームで、初期・最終 IHOP 日程に対して責任と権限とを持っている。初期 IHOP 日程は、関係する工場／課に対する提案であり、最終 IHOP 日程は、提案後に行われた調整の結果である。

フレーム／日程	時間		作業量指標			所掌
	期間	更新	概算単位	概算期間	パラメータ	
初期 IHOP 日程	船 1 隻の建造期間	最終 IHOP 日程として更新される	プロセスヤード／ブロック／船	1ヵ月	ブロック重量 作業日数 （過去のデータ）	IHOP 管理者
最終 IHOP 日程	同上	週別の進捗管理により更新	同上	同上	ブロック重量 作業日数 （課日程）	同上

表 7.1　IHOP の日程フレームの詳細

７．３．１　日程作成フロー

図 4-2、5-2、6-2 が、IHOP の日程作成と調整の作業フローを示している。

７．３．２　フレーム

表 7.1 で示されているように、初期 IHOP 日程と最終 IHOP 日程の時間フレームと作業フレームは、どちらも同じである。初期日程は過去のデータを基に作成される。最終日程には、現在の工場／課の環境を反映した変更が折り込まれている。

７．４　初期 IHOP 日程

７．４．１　概要

関係する作業フローは、図 7-2 の通りである。

目的 :

- ・船殻の為の最終日程の作成するため
- ・図面と資材の締め切りの確認
- ・ユニット・ブロック艤装・塗装の、時期と期間とを決定する
- ・重要資材のリードタイム日程の決定

要求物：：

- ・仮の搭載日程
- ・ブロック分割図
- ・ブロック艤装期間日程（duration schedule）
- ・ブロック重量

フレーム :

- ・対象 : 特定の船
- ・フレームサイズ : IHOP
- ・期間 : 労働日単位で、加工開始から搭載まで

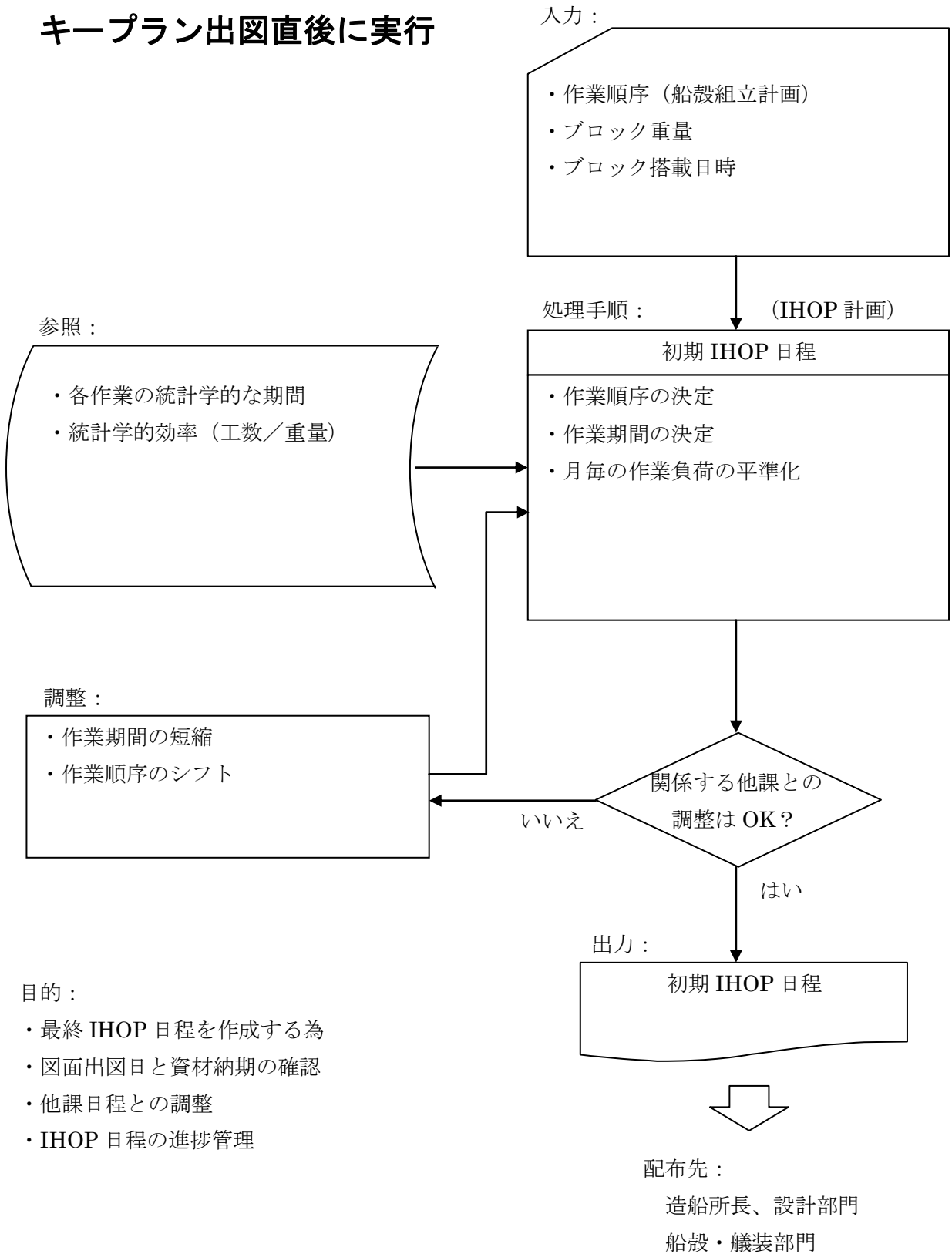



図 7.2　初期 IHOP 日程の作成フロー

７．４．２　処理手順

・ブロック組立計画から、作業順序を決定する

・作業期間を決定する

　造船所は、それぞれが異なった作業内容で構成されている平板、曲板、特殊曲板等のブロックの種類別に、ブロック重量に対するブロック艤装・塗装作業期間をグラフに記録し、整理しておく。これを用いる事で、粗い分析が目的であればブロック重量のみから作業期間を求められる。求められた作業期間をブロック搭載日から前方向へ割り当てた後、異なったプロセス（加工、小組、組立、ブロック艤装、ブロック塗装）へ均等に作業定盤（work station）を割り振る事で、大きな重なりやピークが排除される

・利用可能工数との比較

　造船所は、それぞれが異なった作業内容で構成されている平板、曲板、特殊曲板等のブロックの種類別に、ブロック重量に対するブロック艤装・塗装の作業効率（工数／トン）をグラフに記録し、整理しておく。しかし、艤装構成物の変化に富んだ組立工数を、こうしたグラフ曲線からは正確に計算する事ができない。その為、これらの曲線から得られた効率はあくまでも計算の基礎とし、生産エンジニアの判断の下で要素を足し引きして用いるべきである。

　このようにして得られた、艤装と塗装の粗い見積り工数から月別の必要工数を計算し、その結果と、月別の利用可能工数を比較する。過剰な作業負荷を調節する時、作業の前方向へのシフトは同時にまとめて行い、バラバラにシフトしないようにする（図 4-8、4-9 を参照)。

７．４．３　調整

・調整の必要な項目は以下の通りである：

　・図面出図締切：必要な図面が加工までに出図されなければならない

　・資材納期：必要な資材が加工開始までに利用可能な状態になければならない

　・運用施設：無関係

　・ユニット・ブロック艤装・塗装の時期と期間

・調整

作業期間の短縮：

　図面出図や資材納期が加工開始に間に合わない場合や、作業間に十分なマージンを取れない場合には、次の階層（next level、隣り合った階層？）の日程が維持されるように、関係する作業に割り当てられた期間を短縮する。

作業順序の変更：

　過剰な作業負荷の回避などの目的で作業順序を変更する必要がある場合には、関係する全ての作業を一度にシフトするようにする（図 4-8、4-9 を参照）

７．４．４　出力データと時期

出力：添付図 A-23 を参照

時期：契約直後

７．４．５　更新と回復

更新：無関係

回復：無関係。いずれ最終 IHOP 日程に置き換えられるため。

７．５　最終 IHOP 日程

７．５．１　概要

関係する日程作業フローは図 7.3 の通りである。

目的：

・図面締切と資材納期の日時を確定させるため
・ブロック単位で、全ての関連部門の日程を調整する為
・実際の作業進捗を監視する為

要求物：

・搭載部門日程
・組立部門日程
・加工工場日程
・甲板、居住区、機関、電気の艤装各課の日程
・塗装部門日程

フレーム：

・対象：特定の船
・フレームサイズ：独立した IHOP プロセス作業群
・期間：月別で、特定の船の現図開始から進水までの期間

７．５．２　処理手続

この日程運用で必要となる唯一の調整項目は、関係する課のプロセスヤードに、ブロック毎の作業の時期を上手く割り当てる事である。全ての作業の時期と期間は、初期 IHOP 日程での工場／課による確認作業の結果、既に加工工場日程や組立課日程、ブロック艤装課日程、塗装部門日程において確定している。

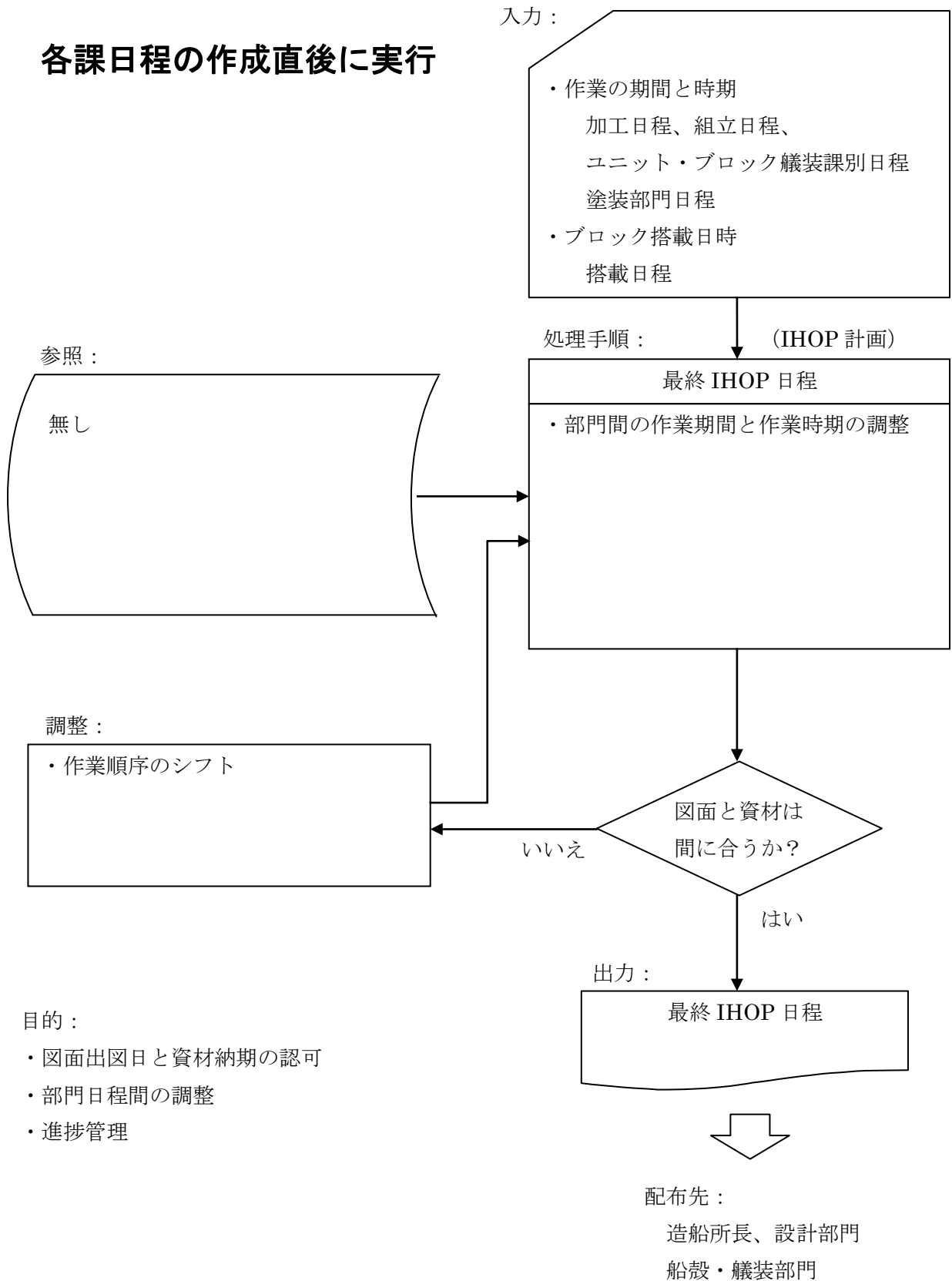



図 7.3　最終 IHOP 日程の作成フロー

７．５．３　調整

・必要な調整項目は：
- ・設計部門の出図締切
- ・資材課の資材納期
- ・艤装部門の、ユニット・ブロック艤装作業の期間と時期
- ・塗装部門の、塗装作業の期間と時期

・調整：
- ・作業順序のシフト：

　４．６．３で説明した事と同じ。図 4.8 を参照。
作業シフトは一度に行うべきで、バラバラに行うべきではない。図 4.9 を参照

７．５．４　出力データとタイミング

出力：添付図 A-24 を参照

時期：工場／課日程が出図された後、直ぐ

７．５．５　更新と回復

無関係

８．　パイプ部品　ファミリー製造（Family Manufacturing）

８．１　概要

パイプ部品ファミリー製造（PPFM、Pipe Piece Family Manufactuing）日程は、パレット要求日から溯ることで求められる。PPFM 作業と艤装との関係は、船殻における部品加工と組立の関係と同じである。1 つのブロックに含まれる船殻部品は、同時に加工されるように予定付けられているが、それとは対照的に、多くの艤装パレットのパイプ部品は、パイプ工場にとって都合の良いように、まとめて製造されている。第 2 章で説明した、FPSS の 4 つの支援要素は、PPFM でも適用されている。ファミリー製造コンセプトは、各種の系統図によって特徴づけられる膨大な量であったとしても、ベントダクトや梯子、パイプ架台、ケーブルハンガー、補機台といった他の艤装構成物にも適用可能である。（NSRP の「Pipe Piece Family Manufactuing」1982.3　を参照）

８．１．１　フレーム日程手法

図面が基本設計から詳細設計、生産設計（transition design）、そして作業指示図へと進むように、フレームは大きいフレームから小さいフレームへと進んでゆく。

８．１．２　IHOP 日程と進捗管理運用（Tracking Operation）

PPFM は、対象となるパイプ部品を含むパレット要求日を基にして計画したものである。PPFM の計画者は IHOP 日程とはほとんど絡みが無く、IHOP 日程に多少寄与する情報を作成するくらいである。しかし艤装部門の計画者とは、ユニット艤装、ブロック艤装、搭載後艤装において、パイプの製造日程について調整を行わなければならない。

８．２　組織

PPFM の計画と日程作成は、パイプ部品の製造工場の各階層で、それぞれ実行されている。パイプ部品スケッチや、ユニット・ブロック・搭載後艤装の各取付図の作成とは関係が無い。こうした図面類の作成は設計部門と、甲板、居住区、機関、電気の艤装各課が、それぞれ担当している。図 8-1 は、艤装部門の下にあるパイプ部品製造工場の組織を示したものである。ここで行われている事と言えば、パレット仕分されたパイプ部品を、甲板、居住区、機関、電気の艤装の各取付課に対して提供しているだけである。

工場は、階層別に 2 つの職場長グループへと分けられている。1 つは製造で、もう一つはそれ以外の作業を受け持っている。製造グループは、パイプの径等によって構成されているファミリー別に幾つかの助手グループへと分けられており、それ以外の作業の方は、表面処理（酸洗いと塗装）や試験、パレット分け、特別製造（？off line manufactuing）といったプロセス定盤（process station）毎の、助手グループへと分けられている。資材準備作業は製造グループへと所属しているが、これは製造プロセスの前に必要となるプロセスであるからだ。

８．３　フレーム日程手法

製造工場は、それぞれの階層において図 8-2 に示すような流れで日程を作成している。各階層の計画者は、表 8-3 で示すようなフレームで日程を作成する。製造工場の計画者は日程の作成に際して、パレット要求日の連絡を受ける時も、パイプ工場での利用可能工数で実行可能なように調節を行う時も、甲板、居住区、機関、電気の艤装各課の計画者と調整は決して行わない。そして、パイプファミリーのパイプ毎の通常リードタイムを、パレット要求日から前倒しすることで、部品毎の加工開始日を決定するのである。

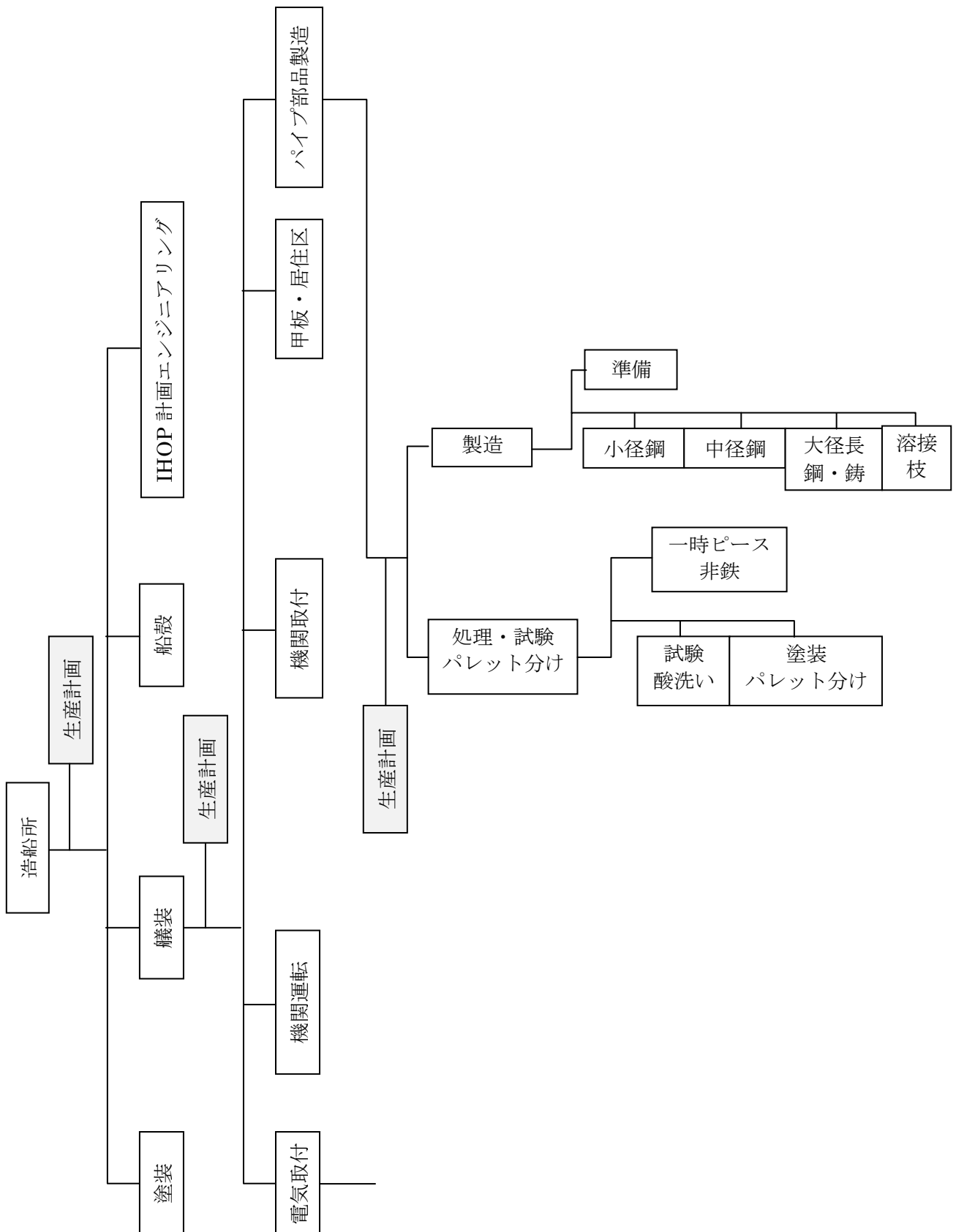
こうした加工日時のグルーピングは、固定された期間を短く（通常は 1 週間に）するが、これが作業ロットとなる。効率（工数／パイプ部品）は、ファミリーの種類とパレット内の構成とで大きく変化する為、作業ロット当りの工数も大きく変化してしまう。選抜された下請けグループに頼ることで、それぞれの作業ロットに含まれる部品によって発生する変化分を緩和している。

造船所	部門	工場／課	職場（職長 G）	班（助手 G）

図 8.1　パイプ部品製造の組織モデル

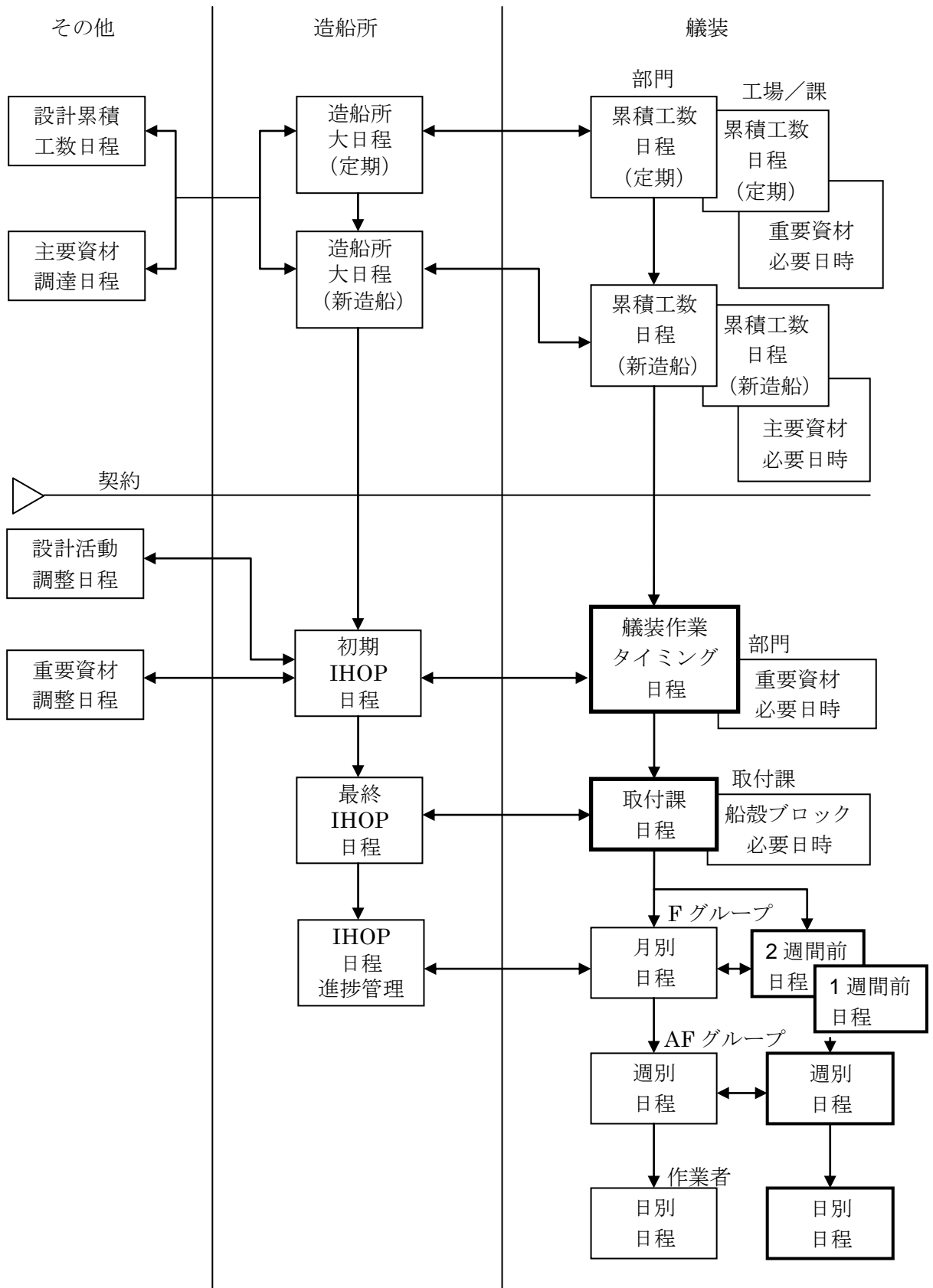



図 8.2　パイプ部品製造日程の作成の流れ

フレーム 日程	時間		作業量指標			所掌
	期間	更新頻度	概算単位	概算期間	パラメータ	
工場累積 工数日程	1.5 年	6 ヶ月毎	加起進引／船 ／工場	1 ヵ月	S 曲線	工場 管理者
艤装作業 タイミング日程	建造 期間	無関係	フレーム区画 ／船	無関係	重量（予算 管理表）	工場 管理者
工場日程	ユーザー（取付）の課の日程を代わりに使用する					
2 週間前 日程	2 週間後 からの 1 週間／船	2 週間前 の金曜朝	ファミリー ／パレット	1 週間	製造時間 パラメータ	職場長
1 週間前 日程	1 週間後 からの 1 週間／船	1 週間前 の金曜朝	生産ライン ／パレット	1 週間	製造時間 パラメータ	職場長
週別日程	翌週／船	前週の 金曜午後	ファミリー／ 生産ライン／ プロセス定盤／径	1 週間	部品数 パラメータ ／定盤	助手
日別日程	1 日／船	毎日	ファミリー／ 生産ライン／ プロセス定盤／径 ／パイプ部品図面	1 時間	パイプ部品 図面数 ／作業者	作業者

図 8.3　パイプ部品ファミリー製造の、日程フレームの詳細

製造時間パラメータは過去のデータから求める

８．３．１　日程作成フロー

甲板、居住区、機関、電気の艤装各課と働くに当り、パイプ工場は累積工数日程を定期・新造船のそれぞれで作成し、工場の利用可能工数を明確にしている。

ユニット艤装、ブロック艤装、搭載後艤装から前方向へ作成した日程を PPFM と統合する為に、各艤装作業の開始日を部品製造のリードタイムを基にして決定している。パイプ部品の製造開始日の前倒しや、艤装各課の了解の下でのパレット納期の延期により、工場内・下請け両方の加工工場の利用可能工数に収まるよう作業負荷を平準化している。

８．３．２　フレーム

それぞれの日程階層における時間フレームと作業フレームは、表 8.3 の通りである。

パイプ工場は 18 ヶ月間の累積日程を作成し、それを 6 ヶ月毎もしくは新造船受注の度に更新している。艤装部門は作業タイミング日程を、艤装各課とパイプ工場の為に作成している。艤装各課はパレット要求日を決定するが、これにはパイプ部品の必要日時も含まれることになる。このパイプ部品の必要日時から、パイプ部品の製造作業の終了日時が決定される。

二週間前日程以下の各日程は、他の同階層（？艤装各課の同階層という意味？）と調整を行う。

８．４　累積工数日程（定期）

８．４．１　概要

関連する作業フローは、図 8-4 の通りである。

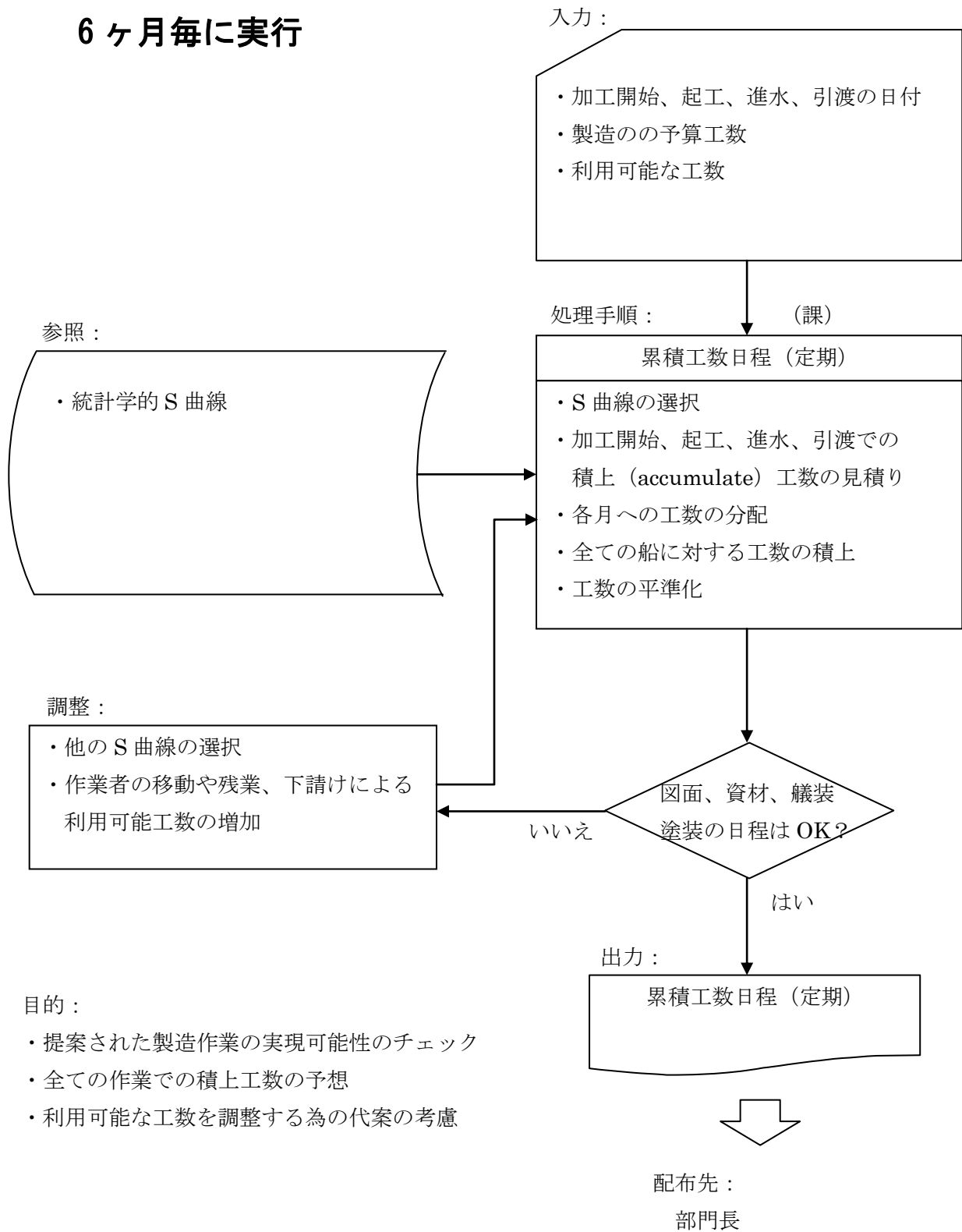



図 8.4　累積工数日程（定期）の作成フロー

目的：
・造船所大日程と艤装累積工数日程から、契約された（もしくは契約予定の）船に割り当てられた予算工数と、加工工場で利用可能な工数とを比較
・新たな引合を出す営業担当者に、利用可能な生産能力についてのデータを提供
・長期的な利用可能工数の調節
・部門長による、工場／課間の工数積上の長期的調節に利用

要求物：
・造船所大日程
・艤装累積工数日程
・製造の為の予算工数

フレーム：
・対象：契約済、もしくは契約予定の全ての船
・フレームサイズ：船／製造
・期間：月毎に、1.5 年間

８．４．２　処理手順

・造船所の過去の類似船のデータから、対象となる船と環境が最も近い S 曲線を選択する。

・選択した S 曲線から、それぞれの主要節点での積上工数を、以下の公式から計算する。

$$Pi = Hei / Hb$$

P：主要節点時点での積上工数の割合（%）
i：起工、進水、引渡のいずれか
Hb：総予算工数
Hei：主要節点時点での積上工数

・造船所長が提案する対象となる船の起工、進水、引渡の各日時を重ね合わせ、同一の割合で、対象となる船の S 曲線を作図する。

・対象船の、月別の工数配分を行う（S 曲線を微分する）。

・求められた対象船の月別の工数配分を、全ての作業の月別工数配分へと挿入する。利用可能工数と比較し、現時点での契約済の納期の範囲内で日時をシフトすることで、必要工数の突出ピークを均して行く。もしくは予算工数の追加を行う。最終的には造船所長の承認を得る。

８．４．３　調整

以下の方法で、必要工数と予算工数との間の差を埋めて行く：

・他のＳ曲線への変更
・船殻や艤装等の他の部門から作業者を移動するか、残業を行う事で利用可能工数を
　増加させる

それでも利用可能工数が不足する場合には、造船所長は主要節点の変更を行わざるを得ない。これには、船主との更なる交渉が必要となる。

８．４．４　出力データと時期

出力：添付図 A-1 を参照。これに似たものとなる。

時期：6 ヶ月毎

８．４．５　更新と回復

更新：6 ヶ月おきに更新を行う

回復：無関係

８．５　累積工数日程（新造船）

８．５．１　概要

　関係する作業フローは、図 8-5 の通りである。

目的：
・新たに契約された特定の船の、造船所大日程上の加工開始、起工、進水、引渡の日時を最終決定する
・艤装日程に、積上工数を提供する

要求物：：
・造船所大日程（定期）から見積もられた、加工開始、起工、進水、引渡の日時
・資材予算管理表から求められた、作業量データ

フレーム：
・対象：特定の船
・フレームサイズ：部門と工場／それぞれの階層での課
・期間：月毎に、加工開始から引き渡しまでの期間

８．５．２　処理手順

　５．５．２と同じ

８．５．３　調整

　５．５．３と同じ

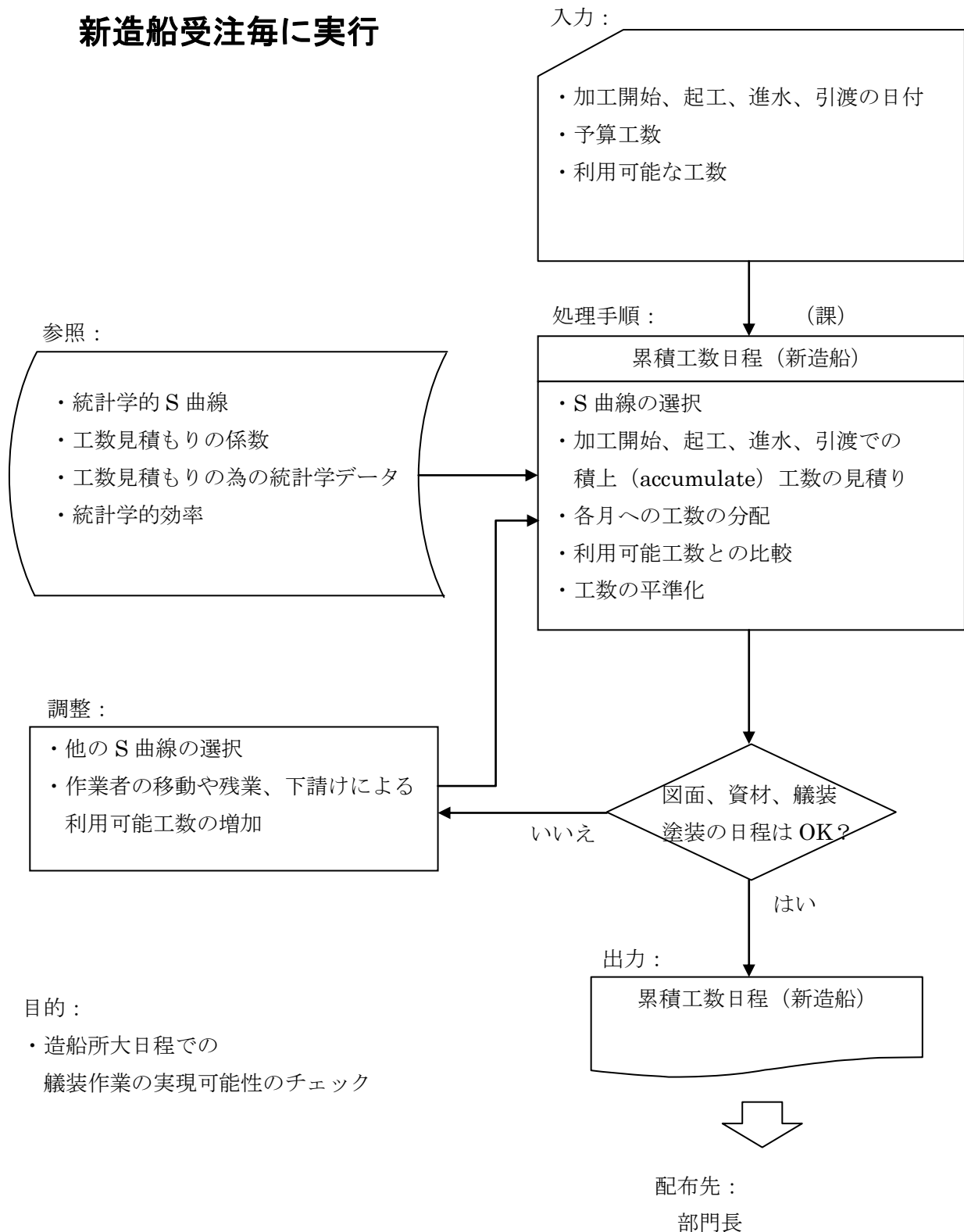



図 8.5　累積工数日程（新造船）の作成フロー

８．５．４　出力データと時期

・出力：添付図 A-1 を参照。これに似たものとなる。

・時期：部門長に指示された時

８．５．５　更新と回復

更新：５．５．５と同じ

回復：回復は定期の累積工数日程で考慮される。８．４．４を参照。

８．６　PPFM 作業タイミング日程

PPFM 作業タイミング日程は、艤装作業タイミング日程の中に含まれる。５．7 を参照。

８．７　工場日程

艤装各課の日程から、ユニット艤装、ブロック艤装、搭載後艤装の、パレット毎の要求日を計算できるため、PPFM の工場階層での日程は作成されない。このパレット毎の要求日情報は、2 週間前日程を作成する際に必要となる。

８．８　２週間前日程（Two-Week Advance Scheduling）

８．８．１　概要

関係する作業フローは、図 8-6 の通りである。

目的：
・製造作業の進捗統制に用いる１週間前日程を作成する為に、必要な情報を作成する
・残業や下請けも含んだ、週毎の作業負荷計画を作成する

要求物：：
・パレット要求日
・パイプ部品の製作図（一品図）

８．８．２　処理手順

２週間前日程は、その２週間後からの週の製造作業を対象としている。
（例えば、9 月 13 日の金曜日に作成された日程は、9 月 30 日の月曜日から始まる週のものである。添付図 A-27（2 ページ後に記載）を参照）

・パイプ部品ごとの製造開始日は、以下の公式を用いて計算される：

$$PPsd = PPnd - PPlt$$

PPsd：　パイプ部品の製造開始日
PPnd：　パイプ部品のパレット要求日
PPlt：　パイプ部品のファミリーとしてのリードタイム

・週別のある PPFM 作業ロットのグループの全パイプ部品の開始日は、同じ週となる。

・週別の作業ロットに必要となる工数を計算し、積上げる

・パレット／パイプ部品ファミリーの作業負荷を前倒しすることで、必要工数を平準化する。もしくは関係する艤装各課の許可の下、パレット／パイプ部品ファミリーの作業負荷

を翌週に先延ばしする。

８．８．３　調整

・利用可能工数
　工場エンジニアは、工場管理者の許可の下、残業と下請けの調整作業を主導する。

・作業負荷のシフト
　工場エンジニアは、以下の方法でシフト量を調整する：
　・関係する艤装各課のエンジニアと調整を行い、パレットの出荷日を翌週にシフトする
　・関係する艤装各課の作業指示図を作成する設計者と調整を行い、図面の出図日を
　　前の週にシフトする

８．８．４　出力データと時期

・出力：
　　添付図 A-27（次ページ）は、週毎の作業負荷を、A-28（次ページ）はパイプ部品
　　ファミリー毎の平準化を、それぞれ表したものである。

時期：
　　毎週金曜日の朝

８．８．５　更新と回復

更新：１週間前日程で自動的に更新、回復される。

回復：無関係

******** WEEKLY WORK LOAD ********

85/09/13

	WEEK	PC.	W/T	RATE	FROM	TO
>	85 094	703	49.9	790.9	85,09,24 -	85,09,29
>	85 095	1,263	50.0	1,139.0	85,09,30 -	85,10,06
>	85 101	560	26.9	358.6	85,10,07 -	85,10,13
	85 102	1,026	34.1	754.3	85,10,14 -	85,10,20
	85 103	1,177	39.4	869.0	85,10,21 -	85,10,27
	85 104	1,343	39.9	1,102.0	85,10,28 -	85,11,04
	85 111	760	24.1	553.2	85,11,05 -	85,11,10
	85 112	889	27.1	692.1	85,11,11 -	85,11,17
	85 113	469	13.2	296.7	85,11,18 -	85,11,24

添付図 A-27：2 週間前日程

上から 3 行を見ると（85 094 は 1985 年 9 月第 4 週を示す）、9 月第 5 週の作業負荷が高いことが判る。その為、9 月第 4 週か、10 月第 1 周に幾つかのパレット要求日をシフトして、PPF 毎の平準化を行う。

******** LEVELING BY PPF ********

WEEK: 85 095

85/09/13

SNO	PALLET NO.	PC	RATE	WEIGHT	START(O)	START(R)	REVISED
XXXX	T4A2D32P-2	2	0.6	46.4	851003	851003	
XXXX	T4A2D32P-3	9	8.9	163.1	851003	851003	
XXXX	T4A2D32P-4	5	3.4	80.2	851003	851003	
XXXX	T4A2D32S-1	10	6.3	164.8	851003	851003	
YYYY	B4X096----1	10	10.4	165.3	851004	851010	P
YYYY	B4X328---1	6	5.4	54.3	851004	851010	P
XXXX	T3A1A1C--0	17	10.6	316.9	851004	851004	
XXXX	T3A1A1P--0	25	23.1	768.8	851004	851004	
YYYY	T2AH2P---0	1	0.4	5.8	851004	850927	A
YYYY	T2AH2S---0	2	1.3	39.9	851004	850927	A
XXXX	T4A2C32--1	2	1.8	82.9	851004	851004	
XXXX	T4A2C32--3	7	5.1	154.3	851004	851004	
XXXX	T4A2C32--2	4	1.5	163.8	851004	851004	
XXXX	T3A1A1S--0	23	20.7	432.4	851004	851004	
XXXX	T4AGSU33P1	1	1.0	55.8	851004	851004	

(O) - original　　P - postponed
(R) - revised　　A - advanced

添付図 A-28：　パイプ部品ファミリー（PPF）毎の平準化

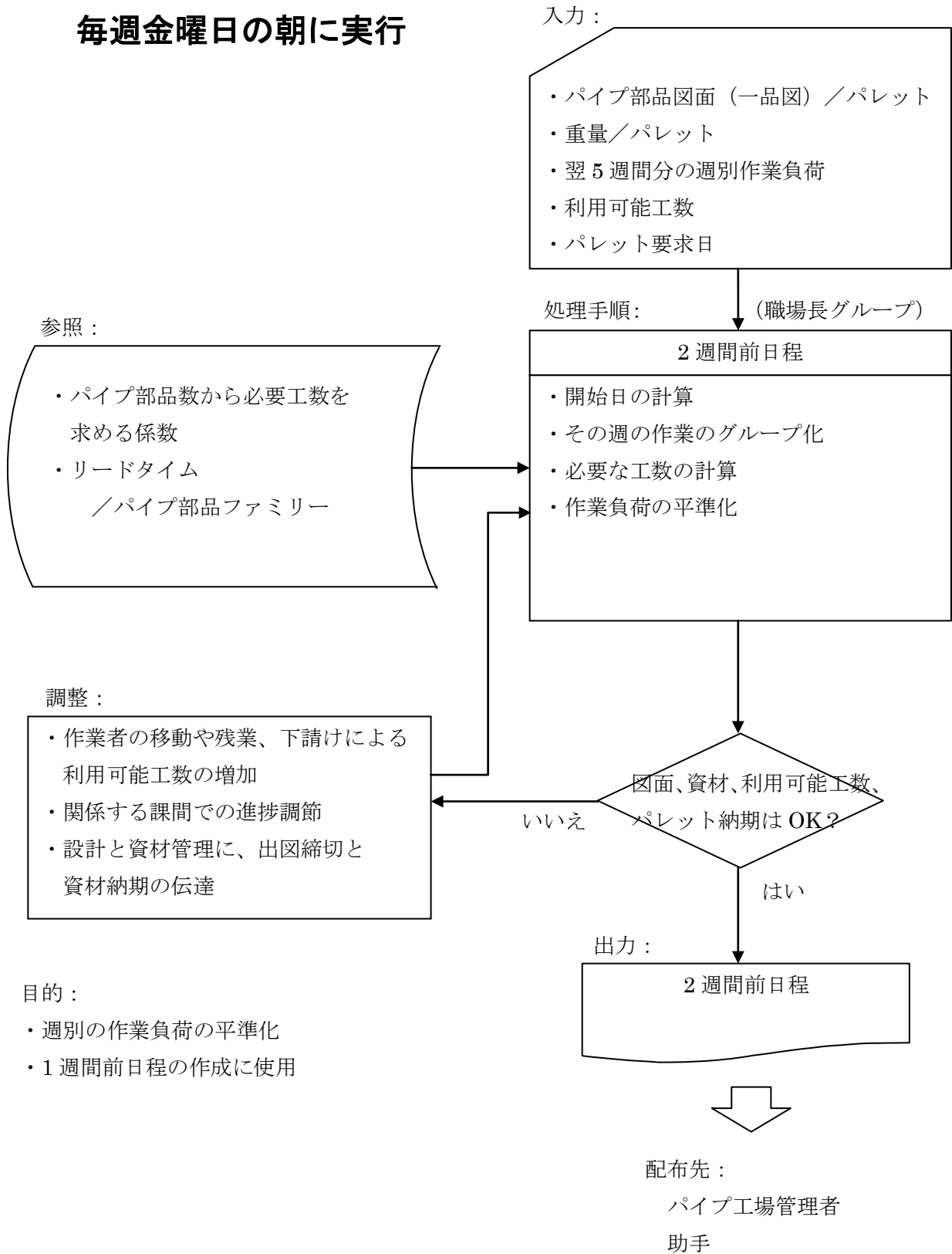



図 8.6　2 週間前日程の作成フロー

８．９　１週間前日程

８．９．１　概要

　関係する作業フローは、図 8-7 の通りである。

目的：
- ・週別日程の統制
- ・社内工場と下請けの利用可能工数と一致する、作業負荷の日程の作成

要求物：：
- ・パレット要求日
- ・パイプ部品製造図面（一品図）

フレーム：
- ・対象：全ての船
- ・フレームサイズ：プロセスヤード（生産ライン）／パイプ部品ファミリー（PPF）
- ・期間：1 週間先の 1 週間分

８．９．２　処理手順

　1 週間前日程は、日程の作成された翌週の、製造作業を対象としている。
（例えば、9 月 13 日金曜日に作成された日程は、9 月 23 日月曜日の週を対象としている。添付図 A-29（次ページ）を参照）

・その週のロットに必要となる工数の計算と積上。８．８．２を参照

・利用可能工数と一致するように、生産ライン／PPF を別の生産ラインへシフトするか、
　下請けに出すことで、その週の労働負荷を均す。

******** WORK LOAD BY LINE ********

WEEK: 85 095 85/09/13

LINE	PC.	WEIGHT	RATE H1	RATE WH	RATE TOTAL
> PA	154	4459.6	48.2	70.2	118.5
91	15	563.1	7.7	19.1	26.9
41	164	7813.9	82.7	88.2	171.0
12	171	1333.8	49.6	38.0	87.7
11	97	747.2	28.7	28.4	57.2
21	88	5426.6	22.5	25.6	48.2
33	17	29.7	4.2		4.2
01	111	1415.8	22.6	23.5	46.2
> 43	53	26038.9	91.6	277.5	369.2
02	44	478.3	14.2	21.7	35.9
42	73	4541.5	27.1	46.8	73.9
22	24	1819.7	9.4	19.6	29.1
23	28	12494.7	19.7	63.8	83.6
32	33	134.0	4.7	0.1	4.9

******** WORK LOAD BY LINE ********

WEEK: 85 095 85/09/13

LINE	PC.	WEIGHT	RATE H1	RATE WH	RATE TOTAL
> PA	196	19138.8	113.1	253.6	366.9
91	15	563.1	7.7	19.1	26.9
41	164	7813.9	82.7	88.2	171.0
12	171	1333.8	49.6	38.0	87.7
11	97	747.2	28.7	28.4	57.2
21	88	5426.6	22.5	25.6	48.2
33	17	29.7	4.2		4.2
01	111	1415.8	22.6	23.5	46.2
> 43	11	11359.7	26.7	94.1	120.8
02	44	478.3	14.2	21.7	35.9
42	73	4541.5	27.1	46.8	73.9
22	24	1819.7	9.4	19.6	29.1
23	28	12494.7	19.7	63.8	83.6
32	33	134.0	4.7	0.1	4.9

添付図 A-29：1 週間前日程

上側のリストは、社内ライン 43 が過剰負荷となっていることを示している。下側のリストは、幾つかのパレットを、ライン 43 から下請け（PA）へ、ファミリー別にシフトしたことを示している。平準化の結果は、添付図 A-30 を参照

****** WORK LOAD BY PPF ******

WEEK: 85 094 85/09/13

	********** M **********				********* F/E *********				***** M/F/E *****		
PPFM	LINE	PC.	RATE	WEIGHT	LINE	PC.	RATE	WEIGHT	PC.	RATE	WEIGHT
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
07B	> 43	7	49.5	1508.1	> 43	17	49.5	3726.7	24	99.0	5234.9
06B					23	26	75.6	9140.8	26	75.6	9140.8
06A					> 43	8	17.1	661.2	8	17.1	661.2
3G0					32	33	4.8	134.0	33	4.8	134.0
09E					43	4	89.0	7514.4	4	89.0	7514.4
08A					> 43	6	54.9	3122.0	6	54.9	3122.0
08E					23	2	7.8	3553.8	2	7.8	3553.8
09B					> 43	4	77.2	5661.0	4	77.2	5661.0
03B	41	6	12.1	150.5	41	8	8.9	139.9	14	21.0	290.4
04A	41	1	1.5	20.5	41	9	14.6	604.8	10	16.1	625.4
0P5	43	1	0.8	192.6	43	3	7.7	728.9	4	8.6	921.6
QG9					11	1	0.4	10.0	1	0.4	10.0
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
TOTAL		XXX	XXX.X	XXXXX.X		XXX	XXX.X	XXXXX.X	XXX	XXX.X	XXXXX.X

(M - Machinery F - Deck & Accomodation E - Electrical)

****** WORK LOAD BY PPF ******

WEEK: 85 094 85/09/13

	********** M **********				********* F/E *********				***** M/F/E *****		
PPFM	LINE	PC.	RATE	WEIGHT	LINE	PC.	RATE	WEIGHT	PC.	RATE	WEIGHT
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
07B	> PA	7	49.5	1508.1	> PA	17	49.5	3726.7	24	99.0	5234.9
06B					23	26	75.6	9140.8	26	75.6	9140.8
06A					> PA	8	17.1	661.2	8	17.1	661.2
3G0					32	33	4.8	134.0	33	4.8	134.0
09E					43	4	89.0	7514.4	4	89.0	7514.4
08A					> PA	6	54.9	3122.0	6	54.9	3122.0
08E					> 23	2	7.8	3553.8	2	7.8	3553.8
09B					PA	4	77.2	5661.0	4	77.2	5661.0
03B	41	6	12.1	150.5	41	8	8.9	139.9	14	21.0	290.4
04A	41	1	1.5	20.5	41	9	14.6	604.8	10	16.1	625.4
0P5	43	1	0.8	192.6	43	3	7.7	728.9	4	8.6	921.6
QG9					11	1	0.4	10.0	1	0.4	10.0
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
..	..	.	..	..	..	.	..	..	.	..	..
TOTAL		XXX	XXX.X	XXXXX.X		XXX	XXX.X	XXXXX.X	XXX	XXX.X	XXXXX.X

添付図 A-30：パイプ部品ファミリー（PPF）毎の作業負荷

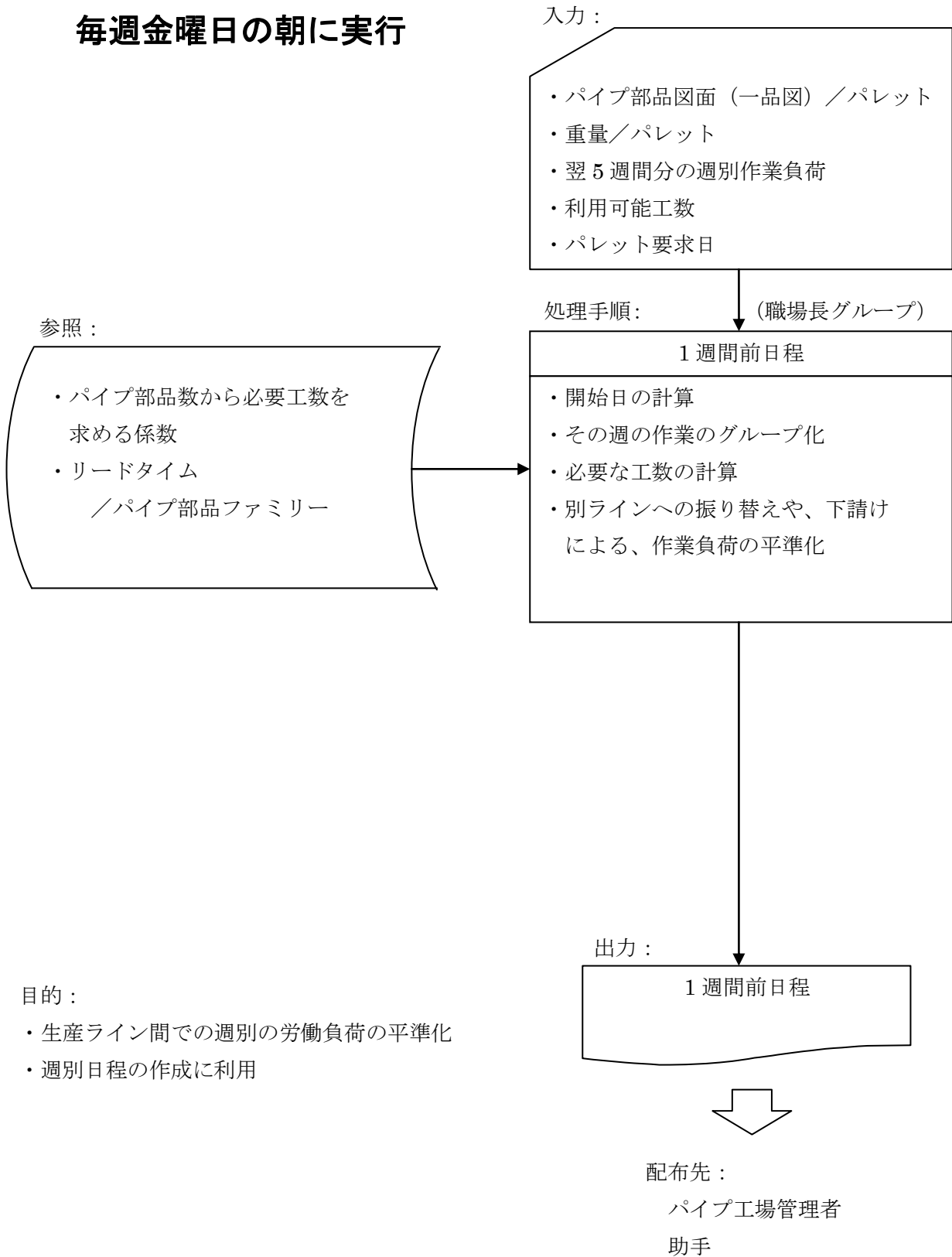



図 8.7　1 週間前日程の作成フロー

８．９．３　調整

無関係

８．９．４　出力データと時期

・出力：添付図 A-29（3 ページ前）は、生産ライン毎の作業負荷を、A-30（2 ページ前）は PPF 毎の作業負荷を表している。

・時期：毎週金曜日の朝

８．９．５　更新と回復

無関係

８．１０　週別日程

関係する作業フローは、図 8-10 の通りである。

目的：
- ・定盤（station）毎、ヤード毎の日別の作業負荷の配分

必要物：：
- ・1 週間前日程
- ・パイプ部品製造図（一品図）
- ・前の週から繰り越された、パイプ部品の数

フレーム：
- ・対象：全ての船
- ・フレームサイズ：プロセス定盤／ヤード

・期間：1 週間

８．１０．２　処理手順

週別日程は、金曜日からその翌週一杯、翌々週の月曜日までを対象としている。添付図 A-31 を参照。このように、前後の週別日程と、お互いに 2 労働日分重なっている。データは前の週に更新する。

・作業負荷の確認
・プロセス定盤での、未完成パイプ部品のチェック
・翌週に製造を持ち越すパイプ部品をチェック
・翌週の全体作業負荷を確認

・作業負荷の配分
・パイプ部品を製造日、製造定盤に配分

・労働力の平準化
・定盤間で、必要ならば他のヤードから作業者をシフトする。通常、作業者は決まった定盤に割り当てられており、作業負荷の平準化を目的として、一時的に移動させるだけである。

８．１０．３　調整

無関係

８．１０．４　出力データと時期

出力：添付図 A-31 は小径パイプ、A-32 は中径パイプ、A-33 は大径パイプのものである。
時期：毎週金曜日朝

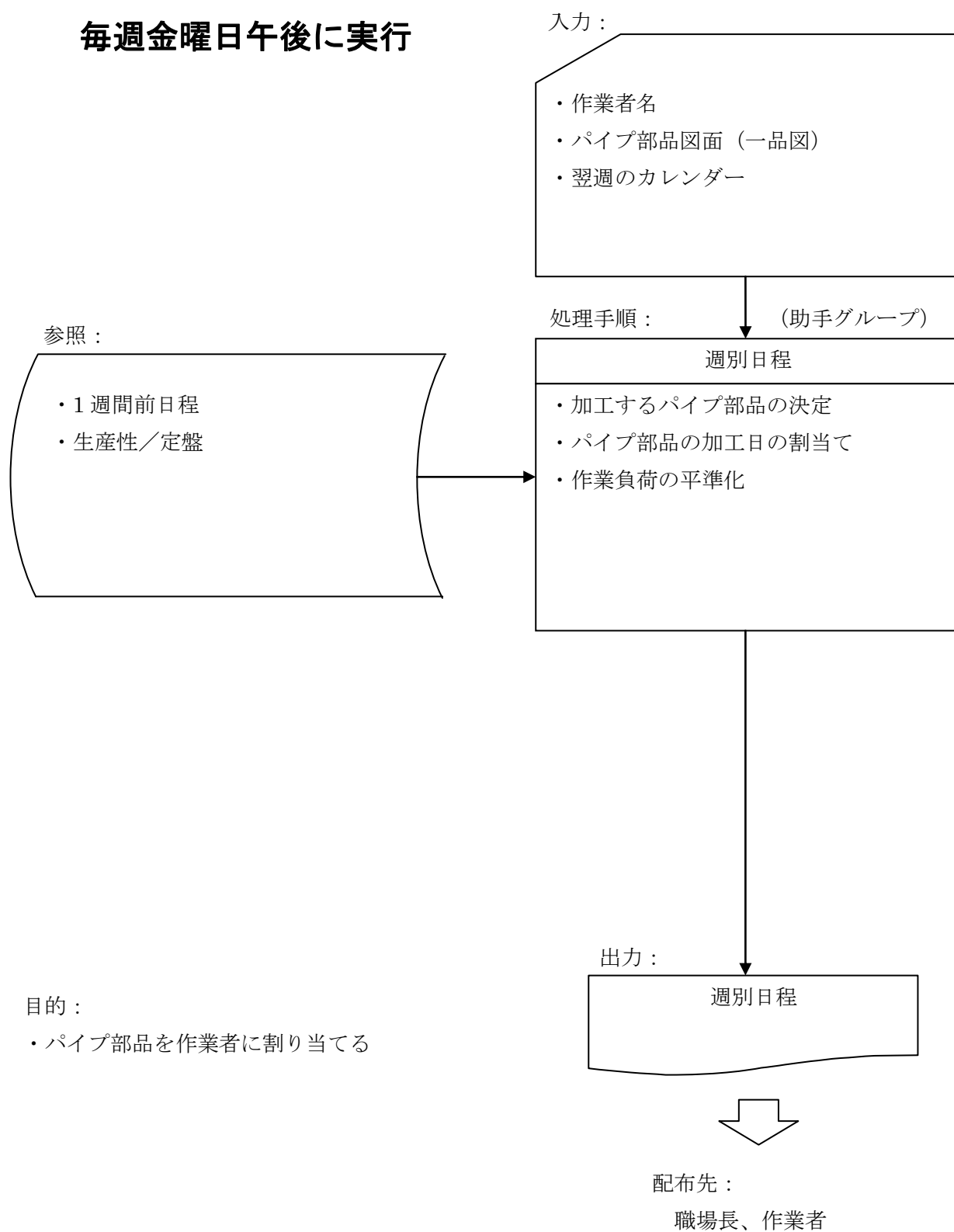



図 8.8　週別日程の作成フロー

８．１０．５　更新と回復

　日別日程で実行される。

８．１１　日別日程

８．１１．１　概要

　関係する作業フローは図 8-9 の通りである。助手が進捗管理に用いている週別日程を、作業者に対する日別日程として代用する事も可能である。

目的：
- 毎日の作業内容の決定
- 週別日程からの遅れを回復する為

要求物：：
- 週別日程

フレーム：
- 対象：全ての船
- フレームサイズ：作業者
- 期間：1 労働日

８．１１．２　処理手順

- 各助手は、作業優先度を基にして、作業者に担当作業を割り振る
- 各助手は、作業者に欠員があった場合には、作業優先度を満たすよう補完する。

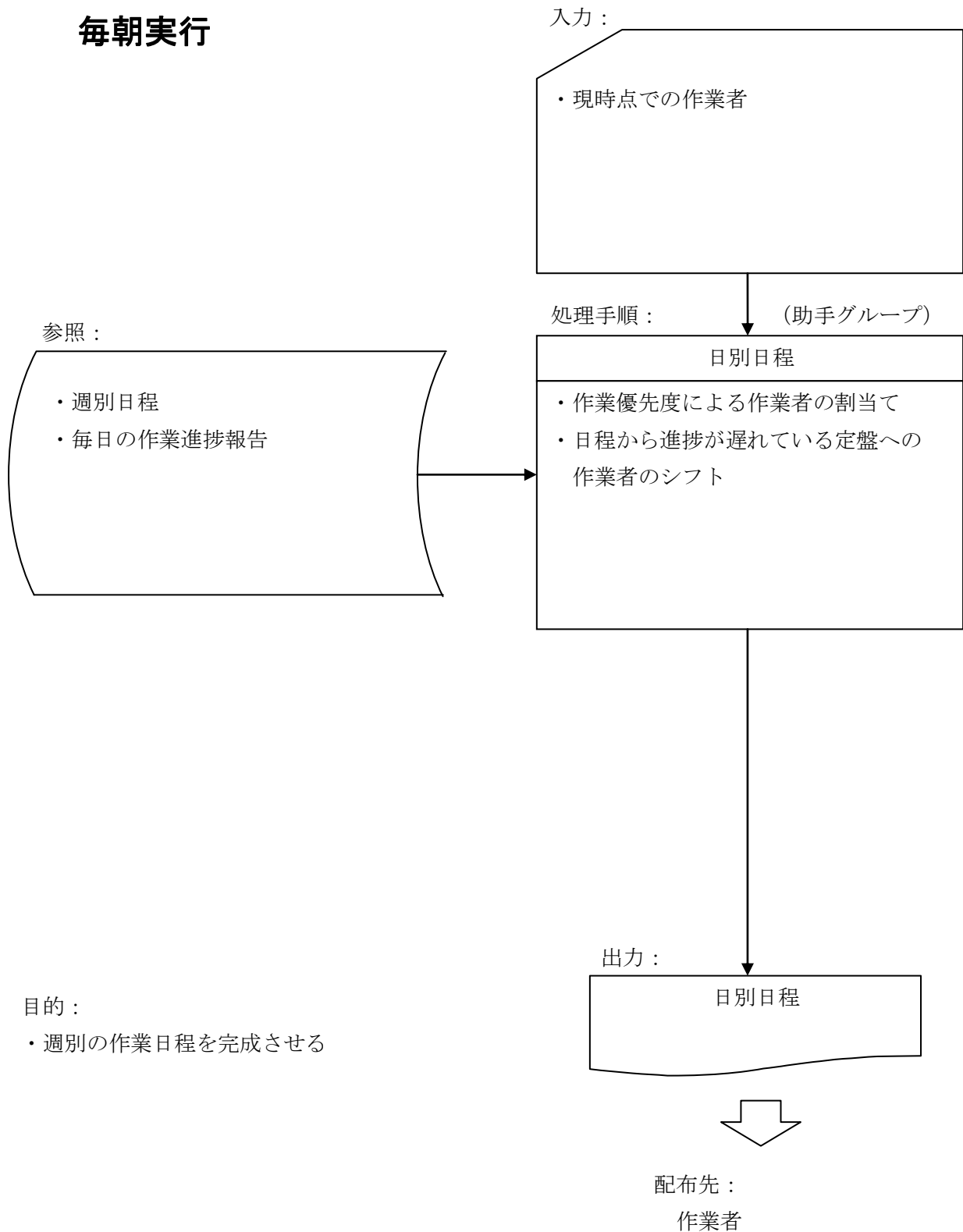



図 8.9　日別日程の作成フロー

８．１１．３　調整

　無関係

８．１１．４　出力データと時期

　口頭による指示、もしくは週別日程に毎朝記述される

８．１１．５　更新と回復

　無関係。毎日の終わりに、翌日に回復するように残作業が口頭で報告される。

以上

添付図：

　元資料には A-1 から A-33 までの添付図が付属するが、横向きの図が多い為、A-27 から A-30 以外の添付図は、別のファイルにまとめた。

　また本図中の図で原寸掲載が望ましいものも、別ファイルにまとめている。